



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO
TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

MARKUS PAJARRE
PYÖRÄILYN MALLINTAMINEN PAIKKATIETOMENETELMIN

Diplomityö

Tarkastaja: Assistant Professor
Heikki Liimatainen
Tarkastaja ja aihe hyväksytty
30. tammikuuta 2017

TIIVISTELMÄ

MARKUS PAJARRE: Pyöräilyn mallintaminen paikkatietomenetelmin

Tampereen teknillinen yliopisto

Diplomityö, 117 sivua, 16 liitesivua

Tammikuu 2018

Tietojohdamisen diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelma

Pääaine: Liikenne, logistiikka ja informaatio

Tarkastaja: Assistant Professor Heikki Liimatainen

Avainsanat: pyöräily, liikenne, mallintaminen, paikkatieto

Pyöräily on pitkään jäänyt liikenteen mallintamisessa selvästi vähemmälle huomiolle kuin autoilu tai joukkoliikenne. Yksinkertaiselle pyöräilyn mallinnusmenetelmälle on siten olemassa kysyntää, johon tällä työllä vastataan. Työn tavoitteena oli luoda yksinkertainen, paikkatietoon perustuva pyöräilyn mallintamismenetelmä. Työn tavoitteena oli myös ratkaista kaksi tapaustutkimustilannetta käyttäen luotavaa pyöräilyn paikkatietomallia ja siten esitellä mallin toimivuutta. Tapaustutkimukset liittyivät Tampereen kaupungin *Kantakaupungin yleiskaava 2040*:een – tapaus 1:ssä tavoitteena oli esittää suositus Tampereen pyöräilyn pääreittien sijainneiksi tulevaisuudessa ja tapaus 2:ssa tavoitteena oli tutkia Lakalaivaan suunnitellun aluekeskuksen saavutettavuutta pyöräillen.

Työ on toteutettu konstruktivistista tutkimusmenetelmää noudattaen. Työ alkoi kirjallisuustutkimuksella, jossa lähdemateriaalina käytettiin niin tieteellistä materiaalia kuin muun muassa liikennealalla tehtyjä selvityksiä. Kirjallisuuskatsauksen tavoitteena oli erityisesti määrittää työssä luotavan pyöräilyn paikkatietomallin ominaisuuksia ja parametreja, mutta samalla määritettiin myös työn tapaustutkimuksissa käytettäviä rajoitteita, joista esimerkkinä hyvän saavutettavuuden maksimietäisyys. Työn käytännön osuuksiin kuuluivat puolestaan itse pyöräilyn paikkatietomallin luominen teorian pohjalta sekä paikkatieto-ohjelmistossa toteutetut tapaustutkimuksiin liittyneet tarkastelut. Tapaus 1:ssä etsittiin YKR-aineistoon (*Yhdyskuntarakenteen seurantajärjestelmä*) pohjautuen nopeimmat reitit Tampereen alueen työmatkoille ja tapaus 2:ssa tarkasteltiin matka-aikapohjaisia etäisyysvyöhykkeitä.

Työn tuloksena oli paikkatietomalli, jonka avulla voidaan arvioida pyöräilijöiden reitinvalintaa erilaisissa tilanteissa. Malli pohjautuu Maanmittauslaitoksen avoimena datana jakamaan liikenneverkkoaineistoon, jossa on mukana väylien korkeustiedot. Mallissa reitinvalintaan vaikuttaviksi muuttujiksi valittiin reitin pituus ja kaltevuus, jolloin malli saatiin pidettyä varsin yksinkertaisena. Käytetyillä menetelmillä samanlainen malli voitaisiin luoda mihin tahansa osaan Suomea. Mallia myös sovellettiin onnistuneesti tapaustutkimuksiin ja saatiin luotua ehdotus Tampereen pyöräilyn pääreiteistä ja arvioitua Lakalaivan saavutettavuutta pyöräillen eri liikenneverkkovaihtoehtojilla.

ABSTRACT

MARKUS PAJARRE: Modelling cycling using geographic information system methods

Tampere University of Technology

Master of Science Thesis, 117 pages, 16 Appendix pages

January 2018

Master's Degree Programme in Information and Knowledge Management

Major: Transport, Logistics and Information

Examiner: Assistant Professor Heikki Liimatainen

Keywords: cycling, transportation, modelling, geographic information systems

Cycling has not received as much attention in traffic modelling as cars or public transportation. Hence there is a demand for a simple way of modelling cycling. The aim of this work was to address this demand and create a simple, GIS-based (Geographic Information System) method for modelling cycling. Other aims of this work were to solve two case studies using the model created and thus show the applicability of the model. The cases had their origins in the city of Tampere's *Inner city master plan 2040* project: case 1 was to provide a suggestion for the city's future main cycling routes and case 2 was to analyse the accessibility of the planned city subcentre in Lakalaiva by bicycle.

The work was conducted using constructive research approach. The work was started with a literature review based on both scientific articles and other material from the field of transportation. The objective was to define the properties and parameters of the to-be-created cycling model, but also some restrictions that were used in the case studies were also defined in the same process. An example of the restrictions was the maximum distance for an area's accessibility to be good. The practical parts of this work consisted of creating the GIS cycling model itself and doing the required observations to solve the case studies. In case 1 the fastest cycling routes for working trips in the Tampere region were defined based on the YKR (*Yhdyskuntarakenteen seurantajärjestelmä*, Finnish abbreviation for *Monitoring System of Spatial Structure and Urban Form*) dataset, whereas in case 2 travel time based accessibility zones were analysed.

The result of this work was a GIS model that can be used for estimating the route choice of cyclists in different situations. The model is based on the National Land Survey of Finland's open data transportation network model, which includes elevation data for all routes. In the model the lengths and gradients of routes were chosen to be the variables affecting route choice; this way it was possible to keep the model relatively simple. The method used in creating the cycling model can be used as such anywhere in Finland. The model created was used successfully in the case studies and a suggestion for Tampere's main cycling routes and an analysis about the accessibility of Lakalaiva subcentre by bicycle were provided in this work.

ALKUSANAT

*”Polkupyörän lainasimme, sillä näin me ajellaan.
Mutta minne, vaikka sinne, missä tie vie mummolaan.”*

- *”Polkupyörä”, lastenlaulu*

Oheisen lastenlaulun kuuleminen ja laulaminen lienee ensimmäisiä jollain tavalla pyöräilyyn liittyviä muistojani. Kuullessani laulun ensimmäisen kerran ei varmasti tullut mieleenikään, että voisin joskus tehdä diplomityön pyöräilystä. Tuskin edes tiesin, mikä on diplomityö tai diplomi-insinööri. Liikenne oli kuitenkin jo silloin kiinnostava asia.

Tämä diplomityö on tehty osana Tampereen teknillisen yliopiston tietojohdamisen diplomi-insinöörin tutkintoa. Idea työhön ja työssä luodun paikkatietomallin käytännön sovelluskohteet on saatu Tampereen kaupungilta.

Haluan kiittää Tampereen kaupungin liikennesuunnittelu- ja yleiskaavoitusyksiköitä mielenkiintoisesta työaiheesta sekä ohjauksesta työn eri vaiheissa. TTY:n liikenteen tutkimuskeskus Verneä ja Vernen henkilökuntaa haluan kiittää työpisteen ja työvälineiden antamisesta käyttöön tämän työn tekemisen ajaksi sekä erinomaisesta työskentelyilmapiiristä. Erityiskiitos Vernen apulaisprofessori Heikki Liimataiselle työn ohjauksesta ja opastuksesta työn tekemisessä. Haluan myös kiittää vanhempiani ja pikkuveljeäni sekä Martinaa tuesta ja kannustuksesta työn tekemisen aikana.

Tampereen Hervannassa 21.1.2018

Markus Pajarre

SISÄLLYSLUETTELO

1.	JOHDANTO	1
1.1	Taustaa.....	1
1.2	Tutkimuskysymykset ja työn tavoitteet.....	2
1.3	Tutkimusmetodologia ja -aineisto sekä työn rakenne	3
2.	KULKUTAVAN VALINTAPERUSTEET	5
2.1	Kulkutavan valinnasta yleisesti.....	5
2.2	Pyöräilyn valintaperusteista	5
2.3	Pyöräily ostos- ja asiointimatkoilla	11
3.	SAAVUTETTAVUUS PYÖRÄILLEN.....	14
3.1	Yleistä saavutettavuudesta	14
3.2	Saavutettavuus ostos- ja asiointimatkoilla	16
4.	PYÖRÄILYN MALLINTAMINEN.....	18
4.1	Liikenteen mallintamisesta yleisesti.....	18
4.2	Paikkatietomenetelmät pyöräilyn mallintamisessa	20
4.2.1	Pyöräilyn mallintamisen ja reitinvalinnan tutkimuksesta	20
4.2.2	Pyöräilijöiden reitinvalinnan taustatekijät.....	21
4.2.3	Reitin valinnan mallintaminen.....	24
4.3	Mallintamisen soveltaminen pyöräilyn suunnittelussa.....	30
5.	PYÖRÄILYVERKON MALLINNUSTYÖ KÄYTÄNNÖSSÄ.....	32
6.	PYÖRÄILYN RUNKOREITISTÖN LAADINTA	36
6.1	Nykyiset pyöräilyn runkoreitit	36
6.2	Runkoreitistön laadinnan lähtökohdat, oletukset ja rajoitteet.....	39
6.3	Pyöräilypotentiaalin havainnollistamisesta.....	42
6.4	Suurimman pyöräilypotentiaalin väylät nykyverkolla	44
6.4.1	Alle 5 kilometrin työmatkojen tarkastelu nykyverkolla.....	45
6.4.2	Alle 10 kilometrin työmatkojen tarkastelu nykyverkolla.....	49
6.4.3	Merkittävimpien työpaikka-alueiden pyöräilypotentiaali nykyverkolla.....	52
6.5	Pyöräilyverkon kehittäminen uusilla väylillä	55
6.6	Pyöräilypotentiaali kehitetyn liikenneverkon väylillä.....	58
6.6.1	Alle 5 kilometrin työmatkojen tarkastelu kehitetyllä liikenneverkolla.....	59
6.6.2	Alle 10 kilometrin työmatkojen tarkastelu kehitetyllä liikenneverkolla	62
6.6.3	Merkittävimpien työpaikka-alueiden pyöräilypotentiaali kehitetyllä liikenneverkolla.....	68
6.7	Ehdotus runkoreitistöksi	72
7.	LAKALAIVAN ALUEKESKUKSEN SAAVUTETTAVUUSTARKASTELU ..	78
7.1	Peltolammi-Lakalaiva -alueen nykytila ja suunnitelmat aluekeskuksesta... 78	
7.2	Pyöräillen saavutettavuuden skenaariotarkastelut.....	84

7.2.1	Saavutettavuus nykyisellä liikenneverkolla	84
7.2.2	Saavutettavuus ehdotetulla tulevaisuuden liikenneverkolla.....	86
7.2.3	Liikenneverkon vaihtoehtoiset ratkaisut	89
7.3	Maankäytölliset vertailuvaihtoehdot	92
8.	PÄÄTELMÄT	97
8.1	Tavoitteiden ja tulosten vertailu	97
8.2	Työn validiteetti, reliabiliteetti ja jatkotutkimuskohteet.....	99
LÄHTEET		103

LIITTEET A–H

TÄRKEIMMÄT KÄSITTEET

Kulikutapaosuus	Jollakin tietyllä kulkutavalla, esimerkiksi pyöräillen, tehtyjen matkojen osuus kaikista tehdyistä matkoista. Osuus lasketaan matkojen lukumäärästä, eli matkojen pituutta ei huomioida kulkutapaosuutta laskettaessa. Vaihtoehtoinen termi: kulkumuoto-osuus.
Paikkatietomalli	Paikkatieto-ohjelmassa käytettävä aineisto, jonka avulla voidaan mallintaa liikennettä ja siellä tehtäviä valintoja.
Pyöräilypotentiaali	Mittari sille, kuinka moni pyöräilijä saattaisi ajaa jotakin tiettyä väylää pitkin.
Pyöräreitti	Reitti, jota pitkin pyöräilijä kulkee. Vaihtoehtoinen termi: pyöräilyreitti.
Pyörätie	Väylä, jolla pyöräily on erotettu muusta ajoneuvoliikenteestä mahdollisia mopoja lukuun ottamatta.
Pyöräväylä	Väylä, jolla pyöräily on mahdollista. Vaihtoehtoinen termi: pyöräilyväylä. Pyöräväylän tyyppejä ovat sekaliikenneväylä, pyöräkaista, yhdistetty pyörätie ja jalkakäytävä, kaksisuuntainen pyörätie sekä yksisuuntainen pyörätie (tyyppien määritelmät: ks. Liikennevirasto 2014, s. 59–65). Näistä kolmea viimeisintä voidaan kutsua yhteisnimityksellä <i>ajoradasta erillinen pyöräväylä</i> , mutta nimiensä mukaisesti ne ovat samalla myös pyöräteitä.
Runkoreitti	Pyöräilyväylä tai väylien muodostama kokonaisuus, joka on tarkoitettu palvelemaan suurinta osaa jonkin tietyn reitin tai yhteysvälin pyöräilytarpeista, ja jolla nopea pyöräily on mahdollista. Termi <i>pyöräilyn pääreitti</i> poikkeaa tässä työssä käytetystä runkoreitin käsitteestä siten, että pääreittiä käytetään ”ensisijaisesti pitkämatkaiseen – – pyöräilyyn” (Liikennevirasto 2014, s. 37).
Sähköpyörä	Sähköavusteinen polkupyörä. Ajoneuvolain mukaan polkupyörällä tarkoitetaan ”yhden tai useamman henkilön tai tavarankuljettamiseen valmistettua polkimin tai käsikammin varustettua ajoneuvoa, joka voi myös olla varustettu sellaisella enintään 250 watin tehoisella sähkömoottorilla, joka toimii vain poljettaessa ja kytkeytyy toiminnasta viimeistään nopeuden saavuttaessa 25 kilometriä tunnissa” (Ajoneuvolaki, 19 §, 1. momentti). Sähköpyöräksi tulkitaan siten tässä työssä vain sellaiset polkupyörät, joissa on em. lakipykälässä kuvatut ehdot täyttävä sähkömoottori.

LYHENTEET JA MERKINNÄT

DfT	<i>Department for Transport</i> , Ison-Britannian ja erityisesti Englannin liikenneministeriö
EESC	<i>European Economic and Social Committee</i> , EU:n (ks. alta) talous- ja sosiaalikomitea
EU	Euroopan unioni
HSL	Helsingin seudun liikenne -kuntayhtymä
LDF	<i>Link Delay Factor</i> , väylän todellisen ja minimiajoajan välistä eroa kuvaava viivekerroin
LVM	Liikenne- ja viestintäministeriö
PTtL	Pohjoismaiden tieteknillisen liiton Suomen osasto
RP	<i>Revealed Preference</i> -tutkimus, jossa seurataan, millaisia valintoja ihmiset tekevät jossain tietyssä tilanteessa – esimerkiksi minkä reitin ihmiset valitsevat kulkiessaan paikasta A paikkaan B.
SP	<i>Stated Preference</i> -kysely tai -tutkimus, jossa haastateltava valitsee kuhunkin kysymykseen itselleen mieluisimman annetuista vaihtoehtoista
SYKE	Suomen ympäristökeskus
TAYS	Tampereen yliopistollinen sairaala
TfL	<i>Transport for London</i> , Lontoon alueen liikenteestä vastaava viranomainen
TTY	Tampereen teknillinen yliopisto
VenW	<i>Ministerie van Verkeer en Waterstaat</i> , Alankomaiden entinen liikenneministeriö
ViiRa	Viinikka-Rautaharkko-rakennetarkastelu
VTPI	<i>Victoria Transport Policy Institute</i> , liikennealan tutkimusorganisaatio Kanadassa
VTT MIKES	Teknologian tutkimuskeskus VTT:n Mittatekniikan keskus
YKR	SYKE:n kehittämä <i>yhdyskuntarakenteen seurantajärjestelmä</i> , joka pohjautuu 250x250 metrin kokoiisiin tilastoruutuihin.
YTV	Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta – vastasi vuoden 2009 loppuun asti muun muassa pääkaupunkiseudun alueen seudullisen joukkoliikenteen järjestämisestä. Liikenteen osalta toiminnot siirrettiin vuoden 2010 alusta HSL:ään.
C_R	polkupyörän renkaan vierintävastus
g	putoamiskiihtyvyys
K_A	ilmanvastus
m	pyöräilijän massa
s	mäen kaltevuus
v, v_{sa}, v_{sy}	pyöräilijän vauhti (tasamaalla, alamäessä, ylämäessä)
v_w	tuulen nopeus

1. JOHDANTO

1.1 Taustaa

Liikennettä ja liikenneverkkoja mallinnetaan Suomessa ja muuallakin maailmalla varsin yleisesti, mutta mallinnus painottuu usein autoliikenteeseen. Pyöräilyä mallinnetaan Suomessa sen sijaan melko vähän (Metsäpuro *et al.* 2014, s. 12; Kauppinen 2015, s. 1).

Pyöräilyn mallintamisella voidaan pyrkiä kehittämään pyöräliikennettä aiempaa parempaan suuntaan. Samanaikaisesti pyöräilyn kehittäminen on tarpeellista, sillä pyöräilyllä – kuten myös jalankululla – on tunnistettu olevan merkittävä potentiaali niin kansanterveyden parantamisessa, ilmasto- ja päästötavoitteiden saavuttamisessa kuin liikennejärjestelmän toimivuuden ja tasa-arvoisuuden varmistamisessa (LVM 2017, s. 7–10). Pyöräilyn kulkutapaosuutta onkin pyritty kasvattamaan niin valtakunnallisesti kuin kaupunkitasollakin jo useiden vuosien ajan (mm. LVM 2011, s. 8; HSL 2012, s. 11; Tampereen kaupunki 2017a, s. 12; LVM 2017, s. 15). Kulkutapaosuudella mitataan ja voidaan seurata termin nimen mukaisesti sitä, miten suuri osa matkoista tehdään milläkin kulkumuodolla. Kulkutapaosuutta voidaan tarkastella useista eri lähtökohdista, esimerkiksi valtion tasolta kaupunkien tai kaupunginosien tasoille, matkan pituuden mukaan tai matkan määränpään mukaan (mm. Kalenoja & Tiikkaja 2013, s. 19–46).

Pyöräilyn kulkutapaosuus on Suomessa moniin eurooppalaisiin maihin verrattuna korkea – henkilöliikennetutkimuksen 2010–2011 mukaan Suomessa pyöräilläään 8,3 % kaikista matkoista (Somerpalo *et al.* 2015). Näin ollen pyöräilyn kulkutapaosuus on Suomessa samaa suuruusluokkaa kuin muun muassa Ruotsissa, Saksassa ja Belgiassa (Pucher & Buehler 2012, s. 10). Ero aktiivisimman pyöräilyn maihin, Alankomaihin ja Tanskaan on kuitenkin huomattavan suuri: Tanskaan noin 10 %-yksikköä ja Alankomaihin jopa 18 %-yksikköä (Pucher & Buehler 2012, s. 10; Vaismaa 2014, s. 6).

Kulkutapaosuus on kuitenkin usein hyvin tilannekohtainen lukuarvo ja pyöräilyssäkin kulkutapaosuus vaihtelee merkittävästi Suomen eri kaupunkien välillä ja jopa sisällä. Esimerkiksi Tampereella pyöräilläään vuoden 2012 liikennetutkimuksen mukaan keskimäärin 10 % kaikista matkoista eli jonkin verran enemmän kuin Suomessa keskimäärin. Huomionarvoista on lisäksi, että eri matkatyypeillä pyöräilyn kulkutapaosuus on Tampereen sisälläkin hyvin erilainen – liikennetutkimuksen mukaan koulumatkoista 18 % ja työmatkoista 13 % tehdään polkupyörällä, mutta ostosmatkoista pyöräillen tehdään 8 % ja asiointimatkoista vain 5 %. (Kalenoja & Tiikkaja 2013, s. 23)

Pyöräilyn kulkutapaosuuden kasvattamiseen on olemassa hyvin monenlaisia keinoja, joita on esitelty muun muassa Liikenne- ja viestintäministeriön (lyh. LVM) *Kävelyn ja*

pyöräilyn kehittämisohjelma -luonnoksessa. Keinot vaihtelevat pyöräilyväylien kunnossapidon parantamisesta taloudellisiin kannustimiin ja yhdyskuntarakenteen tiivistämiseen. Yhtenä tärkeimmistä keinoista on pidetty pyöräilyn sujuvuuden ja väylien laadun kehittämistä, johon liittyy usein myös pyöräilyväylien keskinäisen hierarkian määrittäminen. (LVM 2017, s. 15, 18–19, 32) Mallintaminen soveltuu menetelmänä erityisen hyvin juuri tällaiseen pyöräilyverkon toimivuuden kehittämistyöhön, sillä mallintamisen avulla voidaan arvioida sekä olemassa että suunnitteilla olevien pyöräilyväylien sujuvuutta ja laadukkuutta niin yksittäisen väyläosuuden kuin koko pyöräilyverkon näkökulmasta.

Liikenneviraston teettämässä pyöräilyn mallinnusmenetelmiä koskevassa selvityksessä todetaan, että ”jotta pyöräilyä koskevien kehittämistoimien vaikuttavuutta voidaan arvioida uskottavasti, pitää pyöräiliikenteen kysyntää ja sen ominaisuuksia osata mallintaa monipuolisesti ja luotettavasti” (Hillo *et al.* 2016, s. 8). Haasteeksi kuitenkin muodostuu, että usein pyöräilyn – kuten muidenkin liikennemuotojen – mallintamiseen vaaditaan erilisiä ohjelmistoja ja niiden käyttöön erityisosaamista (vrt. Hillo *et al.* 2016, s. 3). Paikkatieto-ohjelmia on sen sijaan yleisesti käytössä esimerkiksi kuntasektorilla, joten paikkatieto-ohjelmien hyödyntäminen pyöräilyn mallintamisessa tarjoaisi muun muassa juuri kunnille menetelmän mallinnustyön itsenäiseen tekemiseen.

Kokonaisuutena havaitaan, että pyöräilyn mallintamiselle on olemassa selkeä tarve, mutta monet olemassa olevista mallinnusmenetelmistä ovat monimutkaisia käyttää. Samanlaisesti on olemassa tarve kehittää pyöräilyä kokonaisvaltaisesti eri tyyppisillä matkoilla. Kun nämä havainnot yhdistetään, on johtopäätöksenä, että pyöräilyn mallintamiseen tarvittaisiin helppokäyttöinen menetelmä, jolla voidaan tarkastella eri tyyppisiä pyöräilymatkoja.

1.2 Tutkimuskysymykset ja työn tavoitteet

Tämän diplomityön aiheena on *pyöräilyn mallintaminen paikkatietomenetelmin*. Edellisessä alaluvussa tehdyn johtopäätöksen perusteella työn tavoitteet ovat seuraavat:

1. tehdä yleiskäyttöinen ja yksinkertainen paikkatietomalli pyöräilyn tarkastelua ja suunnittelua varten
2. määritellä pyöräilyn paikkatietomalliin soveltuvia muuttujia aiempaa kirjallisuutta hyödyntäen
3. havainnollistaa, miten pyöräilyä voidaan tarkastella ja mallintaa paikkatietomallin avulla.

Ensimmäisen tavoitteen mukaisesti tarkoituksena on, että työssä paikkatietomallin kehittämiseen käytettävä menetelmä olisi sovellettavissa ainakin Suomessa tarkasteltavasta ajankohdasta ja alueesta riippumattomasti. Tarkoituksena on myös, että kehitettävä malli olisi verraten yksinkertainen, jotta mallia pystyttäisiin hyödyntämään mahdollisimman pienellä vaivalla. Toisaalta yksinkertaisuuden tavoittelu voi aiheuttaa sen, että mallin

tuottamat tulokset eivät ole niin tarkkoja kuin mallissa, joka huomioi monia muuttujia. Lisäksi tavoitteena on, että paikkatietomalli pohjautuisi avoimeen dataan, jotta malli olisi käytettävissä ilman erityisiä kustannuksia.

Tavoitteet huomioiden työn pääasiallinen tutkimuskysymys on seuraava:

Mitkä muuttujat ja parametrit ovat pyöräilyn mallintamisessa tärkeimpiä ja millaisia arvoja näille tulisi antaa?

Tämä on sikäli mielekäs tutkimuskysymys, että pyöräilyn paikkatietomallin antamien tulosten oikeellisuuden voi nähdä riippuvan oleellisesti kahdesta asiasta – malliin kuvattun pyöräilyverkon todenmukaisuudesta ja malliin kuvattujen parametrien todenmukaisuudesta. Näistä pyöräilyverkon todenmukaisuudessa olevat puutteet vaikuttavat kuitenkin lähtökohtaisesti vain yksittäisissä kohdissa verkkoa ja paikkatietomallia, kun taas parametrivirheet vaikuttavat koko verkkoon ja malliin.

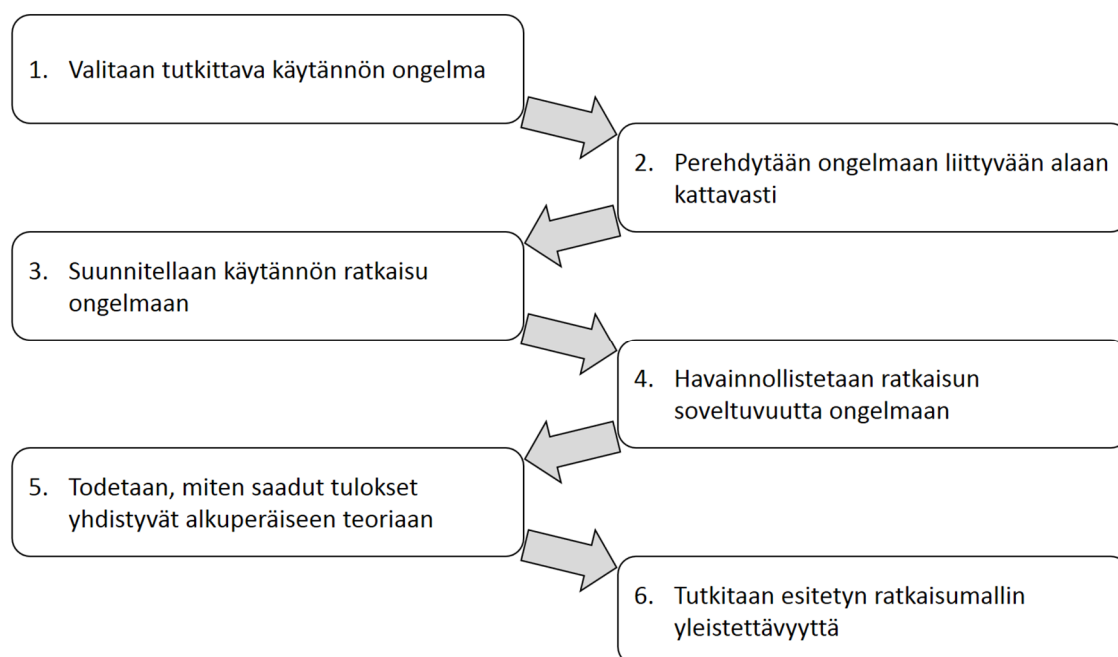
Tutkimuskysymykseen liittyvät seuraavat alakysymykset:

- Mitkä tekijät vaikuttavat pyöräilyn valintaan kulkutavaksi?
- Millaisia perusteita pyöräilijöiden reitinvalinnan taustalla on?

Aiemmin kuvattun kolmannen tavoitteen toteuttamiseksi työhön kuuluu myös kaksi case-tyyppistä tarkastelua. Niistä ensimmäisen tavoitteena on muodostaa ehdotus Tampereen kantakaupungin alueen pyöräilyn runkoreitistöstä tunnistettuihin nykyisiin ja mahdollisuuksien mukaan tuleviin liikennetarpeisiin perustuen. Toisen case-tarkastelun tavoite on selvittää, millaisilla väyläratkaisulla Tampereelle suunniteltu Lakalaivan aluekeskus (Tampereen kaupunki 2017a, s. 12) voitaisiin tehdä mahdollisimman hyvin saavutettavaksi pyöräillen ja verrata näitä ratkaisuja joihinkin muihin maankäytön ja palvelujen sijoittumisen skenaarioihin. Toisen case-tarkastelun toteuttamista varten tämän työn teoriaosuudessa on tarpeellista määrittää myös kriteerejä muun muassa aluekeskuksen hyvälle saavutettavuudelle. Tästä syystä työssä käsitellään omissa alaluvuissaan ostos- ja asiointimatkoja sekä niihin liittyvää saavutettavuutta, sillä aluekeskuksia on Tampereella tarkoitus kehittää "alueiden palveluiden – – keskittyminä" (Tampereen kaupunki 2017a, s. 54).

1.3 Tutkimusmetodologia ja -aineisto sekä työn rakenne

Tämä työ on toteutettu konstruktivistista tutkimusmenetelmää noudattaen. Konstruktivistista tutkimusmenetelmää käytetään esimerkiksi tekniikan, luonnon- ja lääketieteiden sekä talouden tutkimuksissa ja menetelmä perustuu havaittujen tutkimusongelmien ratkaisemisiin erilaisin mallintamismenetelmin (mm. Kasanen *et al.* 1993). Kokonaisuutena konstruktivistisen tutkimusmenetelmän voidaan nähdä olevan kuusivaiheinen prosessi. Prosessi on esitetty kuvassa 1.1.



Kuva 1.1. Konstruktivistisen tutkimusmenetelmän prosessi (muokattu lähteestä Lehtiranta et al. 2017)

Prosessin soveltamisen näkökulmasta tässä työssä tutkittava käytännön ongelma on yksinkertaisen pyöräilyn mallintamismenetelmän kehittäminen. Ratkaisun eli mallin sovellettavuutta ja yleistettävyyttä tutkitaan erityisesti case-esimerkkien kautta.

Tutkimusfilosofisesta näkökulmasta aihe on sikäli haastava, että pyöräilyyn ja sen valintaan kulkutavaksi liittyy useita subjektiivisia yksityiskohtia, mutta pyöräilyn mallinnusmenetelmien tulisi olla mahdollisimman objektiivisia. Tästä syystä työn tekemisessä on noudatettu pragmaattista tutkimusfilosofiaa. Pragmaattisessa tutkimusfilosofiassa tutkimusongelmaa lähestytään kulloinkin tilanteeseen parhaiten soveltuvalla tavalla (mm. Ormston *et al.* 2014, s. 20).

Työn alkuosa eli luvut 2–4 on toteutettu kirjallisuustutkimuksena, joka pohjautuu työn aihepiiriin liittyviin aiempiin tieteellisiin tutkimuksiin, selvityksiin ja muihin aineistoihin. Nämä luvut ovat luonteeltaan pääosin kuvailevia: pyritään selittämään pyöräilyn mallintamiseen liittyviä tekijöitä. Kirjallisuutta etsittiin niin TTY:n omasta Andor-tiedonhakupalvelusta, Googlen Scholar-hakukoneella kuin tieteellisten lehtien ja artikkelien julkaisijoiden tietokannoista (mm. ScienceDirect). Esimerkkejä käytetyistä hakutermeistä ovat *cycling*, *model(l)ing*, *route choice*, *accessibility* ja *GIS*. Aineistoa haettiin englannin lisäksi myös suomeksi sekä muilla eurooppalaisilla kielillä – esimerkiksi Alankomaista ja Tanskasta on saatavilla runsaasti pyöräilyyn liittyvää kirjallista aineistoa ja nämä maat ovat tunnettuja hyvistä pyöräilyolosuhteistaan. Luvussa 5 kehitetään pyöräilyn paikkatietomalli aiemmissa luvuissa kerätyn teorian perusteella. Luvuissa 6 ja 7 puolestaan sovelletaan tätä kehitettyä mallia edellisessä alaluvussa kuvattuihin case-tarkasteluihin. Luvuissa 5–7 hyödynnetään erityisesti tutkivia menetelmiä.

2. KULKUTAVAN VALINTAPERUSTEET

2.1 Kulkutavan valinnasta yleisesti

Kulkutavan valinnan voidaan sanoa olevan niin yleisesti ottaen kuin varsinkin mallintamisen näkökulmasta monimutkainen prosessi. Yksinkertaistetuimmillaan kulkutavan valinnan voidaan arvioida perustuvan pelkästään matkaan kuluvaan aikaan sekä matkan kustannuksiin (Quarmby 1967). Quarmby tosin toteaa itsekkin tämän olevan liian yksinkertainen tapa muun muassa siksi, että matkan kustannukset pitää suhteuttaa matkustavan henkilön tuloihin nähden, että ihmiset saattavat kokea matkan eri vaiheisiin kuluvan ajan eri tavoin ja että varsinkin auton valinta kulkumuodoksi edellyttää auton käyttömahdollisuutta tavalla tai toisella.

Todellisuudessa kulkutavan valintaan vaikuttavia tekijöitä onkin huomattavasti enemmän ja monet tekijöistä liittyvät pohjimmiltaan huomattavan laajoihin yhteiskunnallisiin ilmiöihin ja kokonaisuuksiin. Esimerkiksi Liikenneviraston *Henkilö- ja tavaraliikenteen kehityskuva* -raportin mukaan kulkutavan valintaan vaikuttavat muun muassa ”alue- ja elinkeinorakenne, väestörakenne sekä väestön kulutus- ja ajankäyttötottumukset, liikenteen tarvitsema energia, yhteiskunnan ohjaus, liikenteen tarjonta ja kustannukset sekä talouskehitys” (Luukkonen *et al.* 2012, s. 21). Käytännössä kulkutavan valintaa voidaan kuitenkin mallintaa huomattavasti yksinkertaisemmilla muuttujilla. Esimerkiksi alue- ja elinkeinorakenteen voidaan nähdä vaikuttavan maankäyttöön ja maankäytön edelleen matkojen pituuteen ja kestoon, joten kulkutavan valintaa voidaan hyvin kuvata Quarmbyn (1967) mainitsemalla matka-ajalla sen sijaan, että yritettäisiin kehittää mittareita eri alueiden yhdyskunta- ja elinkeinorakenteen seurantaan.

2.2 Pyöräilyn valintaperusteista

Pyöräilyn valintaa kulkumuodoksi ovat tutkineet muun muassa Rietveld ja Daniel (2004). Artikkelissaan he nostavat esiin kuusi tekijää, jotka voivat vaikuttaa pyöräilyn houkuttelevuuteen. Nämä on esitelty alla:

- ”matka-aika,
- fyysiset tarpeet ja mukavuus,
- liikenneturvallisuus,
- pyörävarkauksien [tai vandalismin] riski,
- pyöräilyn kustannukset,
- yleinen turvallisuuden tunne”. (Rietveld & Daniel 2004)

McClintock (1992, toim., Tuomikko 1994, s. 46 mukaan) lisää edellä mainittuihin tekijöihin vielä muun muassa pyörätieverkon olemassaolon, yleisen ja yksilön mielipiteet

pyöräilystä, yhteiskunnan rakenteen, liikennepolitiikan, vuodenajan ja säätilan sekä muiden liikennemuotojen käyttömahdollisuuden. Liikenneviraston *Henkilö- ja tavaraliikenteen kehityskuva* -raportissa pyöräilyyn vaikuttavina tekijöinä luetellaan puolestaan alue- ja elinkeinorakenne, liikkumiskustannukset, yhteiskunnan ohjaus, energia, kulutus- ja ajankäyttötottumukset sekä väestön ominaisuudet. Nämä tekijät on raportissa jaoteltu edelleen pienempiin osatekijöihin. (Luukkonen *et al.* 2012, s. 31)

Edellä on todettu matka-ajan vaikuttavan kulkutavan valintaan, mutta matkan pituuden vaikutukseen ei ole otettu suoraan kantaa. On kuitenkin varsin itsestään selvää, että matka-aika ja matkan pituus eivät ole toisistaan riippumattomia. Mikäli matkaa tehtäisiin vakiovauhdilla, matka-aika ja matkan pituus olisivat suoraan riippuvaisia toisistaan. Käytännössä oletus vakiovauhdista on kuitenkin useimmiten virheellinen: autoille sallitaan eri väylillä erilaisia ajonopeuksia, pyöräilijän vauhti riippuu muun muassa maastonmuodoista ja kävelijäkin saattaa ainakin kaupunkioloissa joutua pysähtymään liikennevaloihin. Matka-ajan ja matkan pituuden välinen riippuvuus on luonnollisesti alue- ja kaupunkikohtaista, mutta esimerkiksi Rietveld *et al.* ovat eräässä tutkimuksessa todenneet, että autoliikenteessä reitin mitatun pituuden ja sen autolla ajamiseen kuluneen ajan välinen korrelaatiokerroin on 0,803 (Rietveld *et al.* 1999).

Matkan pituudella on siis vaikutusta siihen, millä kulkutavalla matka tehdään. Esimerkiksi Tampereen liikennetutkimuksen 2012 mukaan Tampereella alle 2,5 kilometrin pituisista matkoista 14 % ja 2,5–5,0 kilometrin matkoista 13 % tehtiin polkupyörällä, mutta 5,0–7,5 kilometrin matkoilla vastaava osuus oli 6 % ja yli 7,5 kilometrin matkoilla vain 3 %. Keskimääräisen pyöräilymatkan pituus oli Tampereella vuoden 2012 liikennetutkimuksen mukaan 2,9 kilometriä (Kalenoja & Tiikkaja 2013, s. 34–35), mutta vuoden 2016 kävelyn ja pyöräilyn tyytyväisyyskyselyn mukaan noin 5 kilometriä (Tampereen kaupunki 2017b, s. 6). Jälkimmäiseen kyselyyn vastanneista noin 80 % kertoi tosin pyöräilevänsä kesällä lähes päivittäin (Tampereen kaupunki 2017b, s. 5), joten kyselyn otoksessa aktiivipyöräilijöiden roolin voi sanoa olevan ylikorostunut. Koko Euroopan unionin alueella pyöräilymatkojen keskimääräisen pituuden on arvioitu olevan noin 3 kilometriä (EU 2016).

Onkin sanottu, että ”pyöräiltävät” matkat ovat pituudeltaan alle 5 kilometrin mittaisia (mm. Kroon 1989, s. 473; Boverket 2002, s. 206; Vandenbulcke *et al.* 2011; Metsäpuro *et al.* 2014, s. 30). Toisaalta esimerkiksi EU on arvioinut alle 6 kilometrin mittaiset matkat pyöräiltäviksi (EESC 2011). Edellä mainitussa EU:n raportissa lähteenä on käytetty Alankomaiden entisen liikenneministeriön (*Ministerie van Verkeer en Waterstaat*, lyh. *VenW*) ja *Fietsberaad*-pyöräilyjärjestön selvitystä pyöräilystä Alankomaissa, jossa tosin 6 kilometrin etäisyyden sijaan puhutaan 7,5 kilometristä pyöräiltävänä matkana (VenW & Fietsberaad 2009, s. 41). Tielaitoksen näkemys on puolestaan ollut, että ”useimpien hyväksymä yhden matkan kesto on yleensä 15–20 minuuttia, mikä vastaa noin 5–6 kilometrin pyörämatkaa” (Tielaitos 1998, s. 23).

On kuitenkin syytä huomioida, että pyöräilyn kulkutapaosuuksissa ja keskimääräisissä pyöräilymatkojen pituuksissa on huomattavia eroja Euroopan maiden välillä. Esimerkiksi Alankomaissa kaikista alle 7,5 kilometrin matkoista pyöräillään 34 % (VenW & Fietsberaad 2009, s. 10)¹, kun Tampereella liikennetutkimuksen 2012 mukaan vastaava osuus on noin 12 % (Kalenoja & Tiikkaja 2013, s. 32, 35). Toisaalta Englannissa pyöräilymatkojen osuus kaikista matkoista on vain 2 %, mutta matkojen keskimääräinen pituus noin 5 kilometriä (DfT 2016 s. 19), siis pidempi kuin EU-maissa keskimäärin.

Kuten aiemmin todettiin, matkan pituus ei ole ainoa maantieteellinen tekijä, joka vaikuttaa kulkumuodon valintaan. Esimerkiksi maastonmuodoilla on merkittävä vaikutus pyöräilymääriin – Rietveldin ja Danielin (2004) mukaan mäkisessä kaupungissa pyöräilymäärä saattaa olla vain 26 % tasaisen kaupungin pyöräilymäärästä. Toisaalta Parkinin *et al.* (2008) mukaan mäkisyyden kasvaessa 10 %-lla työmatkapyöräilyn määrä vähenee 8,39 %-lla (Parkin *et al.* 2008). On tosin hyvä muistaa, että molemmissa edellä mainituissa artikkeleissa on tehty vertailuja eri kaupunkien välillä, jolloin mäkisyys ei ole ainoa muuttuja tarkasteluissa.

Pyöräilyn kulkutapavalintaan myötävaikuttavia tekijöitä on selvitetty Suomessa muun muassa Helsingin ja Turun pyöräilybarometreissa vuonna 2016 sekä Pääkaupunkiseudun pyöräliikennetutkimuksessa vuonna 1997 (Helsingin kaupunki 2016, s. 22; Turun kaupunki 2017, s. 14; YTV 1998, s. 40). Näissä selvityksissä saadut tärkeimmät syyt sille, miksi pyöräily valitaan kulkutavaksi, on esitetty taulukossa 2.1. Helsingin ja Turun pyöräilybarometrit on toteuttanut sama yritys samankaltaisella metodiikalla (Helsingin kaupunki 2016, s. 5–7; Turun kaupunki 2017, s. 6–7), joten näiden selvitysten tulosten voi olettaa olevan keskenään vertailukelpoisia.

Taulukko 2.1. Pyöräilyn kulkutapavalinnan tärkeimpiä syitä Suomessa.

Lähdeviite	Helsingin kaupunki 2016 ²	Turun kaupunki 2017 ³	YTV 1998
Yleisin tärkein syy pyöräillä	Kätevä tapa liikkua, 40 % vastaajista (2014: 37 %)	Kätevä tapa liikkua, 47 % (ympäri vuoden: 58 %)	Kuntoilu, 26 %
Toiseksi yleisin tärkein syy	Kuntoilu ja terveys, 35 % (2014: 36 %)	Kuntoilu ja terveys, 26 % (ympäri vuoden: 17 %)	Nopeus, 24 %
Kolmanneksi yleisin tärkein syy	Ulkoilu ja virkistys, 10 % (2014: 13 %)	Ulkoilu ja virkistys, 9 % (ympäri vuoden: 4 %)	Riippumattomuus aikatauluista, 11 %

¹ Puolestaan Pucherin ja Buehlerin (2012) mukaan Alankomaissa pyöräilymatkojen osuus kaikista tehdyistä matkoista on 26 % ja verraten pitkistä 4,5–6,5 kilometrin mittaisista matkoistakin 24 % tehdään Alankomaissa pyörällä. (Pucher & Buehler 2012, s. 9, 13)

² Helsingin selvityksessä on esitetty myös vuoden 2014 Helsingin pyöräilybarometrin tulokset; ne ovat tässä taulukossa suluissa.

³ Turun selvityksessä on esitetty prosenttiosuudet vain kesäaikaan pyöräilevien näkemyksistä ja ympäri vuoden pyöräilevien näkemyksistä; näistä jälkimmäiset ovat tässä taulukossa suluissa.

Edellä kuvattujen kolmen selvityksen tulokset ovat keskenään hyvin samansuuntaisia. Nopeuden ja kätevyyden voidaan tulkita tarkoittavan lähes samaa asiaa, varsinkin kun barometreissa vastausvaihtoehdoissa ei ollut nopeutta eikä YTV:n selvityksessä kätevyyttä. Kiinnostava havainto on myös, että kaikkien näiden kolmen selvityksen mukaan yksityisautottomuus tai heikot joukkoliikenne yhteydet ovat vain harvoin tärkein syy pyöräillä – YTV:n selvityksen mukaan nämä ovat harvoin edes viiden tärkeimmän syyn joukossa. Sen sijaan pääkaupunkiseudun pyöräliikennetutkimuksen 1997 mukaan viiden tärkeimmän pyöräilyyn joukossa kuntoilu oli noin 70 %:lla vastanneista, aikatauluista riippumattomuus ja nopeus hieman yli puolella vastanneista ja ulkoilu sekä luonnosta nauttiminen lähes puolella vastanneista. (YTV 1998, s. 40; Helsingin kaupunki 2016, s. 22; Turun kaupunki 2017, s. 14)

Kööpenhaminassa on myös selvitetty, minkä takia ihmiset valitsevat työ- tai opiskelumatkojen kulkutavakseen pyöräilyn. Kyselyn tulosten mukaan pyöräilyn nopeus ja pyöräilyn helppous ovat molemmat syitä pyöräillä noin 50 %:lle pyöräilijöistä, kuntoilu 42 %:lle pyöräilijöistä, pyöräilyn edullisuus 25 %:lle pyöräilijöistä ja pyöräilyn käytännöllisyys 27 %:lle pyöräilijöistä. Sen sijaan esimerkiksi ilmastosyiden takia pyöräileviä oli vain 7 % pyöräilijöistä. Nämä prosenttiosuudet ovat olleet melko samankaltaisia myös aiemmissa vuosien 2008, 2010 ja 2012 selvityksissä. (Københavns kommune 2015, s. 10)

Alankomaissa on tutkittu pyöräilijöiden ja autoilijoiden välisiä eroja siihen, miten he suhtautuvat pyöräilyyn. Pääsääntöisesti pyörällä liikkuvista 49 % piti pyöräilyn terveysvaikutuksia, 38 % tottumusta ja 37 % pyöräilyn nopeutta merkittävinä syinä pyörällä liikkumiseen. Pääsääntöisesti autolla liikkuvista, mutta välillä pyöräilevistä ihmisistä puolestaan 45 % piti pyöräilyn terveysvaikutuksia, 41 % ajan viettämistä ulkoilmassa ja 41 % pyöräilyn edullisuutta merkittävimpinä syinä pyörällä liikkumiseen. (van Boggelen 2009, s. 12–13)

Edellä kuvatussa tutkimuksessa selvitettiin myös, miten pyöräilijät ja autoilijat yhdistävät erilaisia tunteita pyörällä ja autolla liikkumiseen. Mielenkiintoinen havainto olikin, että pääsääntöisesti pyörällä liikkuvat yhdistivät rentouden, mukavuuden, nopeuden sekä vapauden tunteet enemmän pyöräilyyn kuin autoiluun ja autoilijat puolestaan enemmän autoiluun kuin pyöräilyyn. Lisäksi autoilijat yhdistivät vaarallisuuden tunteen pyöräilyyn, mutta pyöräilijät eivät yhdistäneet vaarallisuutta selkeästi kumpaankaan näistä kulkutavoista. Stressaavuuden tunne oli puolestaan sellainen, jonka sekä autoilijat että pyöräilijät yhdistivät enemmän pyöräilyyn kuin autoiluun. (van Boggelen 2009, s. 11)

Itävallan Wienissä vuonna 1987 tehdyn selvityksen mukaan tärkeimpiä syitä pyöräilylle ovat puolestaan olleet vastaajista 68,4 %:lle yhteys ympäristöön ja luontoon, 53,5 %:lle kustannussäästöt ja 42,0 %:lle ajan säästö. Toisaalta ajan säästö oli vähämerkityksinen

syys 47,1 %:lle vastaajista. Vähämerkityksisimpiä syitä pyöräillä olivat tämän selvityksen mukaan ympäristönsuojelu, jonka koki vähämerkityksiseksi 57,3 % vastaajista, sekä terveellisyys ja urheilullisuus, jonka koki vähämerkityksiseksi 49,3 % vastaajista. Terveellisyys ja urheilullisuus oli tosin puolestaan merkittävä syy pyöräillä 40,1 %:lle vastaajista. (Reiter *et al.* 1987, s. 39) Havaitaankin, että tämän tutkimuksen perusteella ihmisillä on hyvin moninaisia syitä kulkea matkojaan polkupyörällä ja että jollekin henkilölle tärkeä syy pyöräilyyn voi olla toisen henkilön mielestä merkityksetön. Huomionarvoista tosin on, että selvityshetkellä pyöräilyn kulkutapaosuus oli Wienissä noin 3 % – vuonna 2016 osuus oli noin 7 % (Reiter *et al.* 1987, s. 43; Mobilitätsagentur Wien 2017, s. 20).

Joissakin selvityksissä on myös käsitelty sitä, minkä takia ihmiset eivät käytä polkupyörää matkoillaan. Selvitysten tulokset vaikuttaisivat kuitenkin poikkeavan toisistaan jonkin verran, mutta useammassa selvityksessä on mainittu matkan pituuden lisäksi sääolot sekä pyöräreittien laatutaso, kunto ja turvallisuus. Taulukossa 2.2 on esitetty neljän suomalaisen selvityksen tai raportin tulokset tai arviot merkittävimmistä tekijöistä, joiden vuoksi ei pyöräillä.

Taulukko 2.2. Pyöräilyä rajoittavia tekijöitä eräiden suomalaisten selvitysten mukaan

Kävely ja pyöräily Helsingin seudulla ⁴ , HSL 24/2010		Joensuun seudun kävelyn ja pyöräilyn strategia	Työmatkojen kevytliikenne Tampereella 1986 ^{5, 6}	Kevyen liikenteen suunnittelu, TIEL 2130016 ⁷
Lähdeviite:	Voltti <i>et al.</i> 2010	Strafica & Sito 2012	Paronen 1990 (Vaismaa 1995, s. 92 mukaan)	Tielaitos 1998
- sää		1. heikko keli tai sää	1. pitkä työmatka	- matkan pituus
- onnettomuuksien pelko		2. tavaroiden kuljetustarve	2. auton käyttö työssä	- pyöräilyyhteyden huonous
- fyysinen kunto		3. puutteet pyöräteiden kunnossapidossa	3. ajan puute	- turvattomuus
		4. turvattomat risteämiset ajoneuvoliikenteen kanssa	4. oma viitseliäisyys	

Näistä erityisen mielenkiintoinen on oma viitseliäisyys ja sen puute, sillä se ei ollut nousnut selkeästi esiin monissa muissa pyöräilyn kulkutapavalintaa koskevissa teksteissä. Tästä huolimatta Parosen selvityksessä Vaismaan (1995) mukaan oma viitseliäisyys on

⁴ Raportissa oli lueteltu vain kolme pyöräilyä rajoittavaa tekijää ilman tärkeysjärjestystä

⁵ Sarake pohjautuu Vaismaan diplomityön (1995) s. 92 taulukon 5.1 sarakkeeseen ”[rajoittaa] täysin %”

⁶ Parosen selvityksessä on käsitelty työmatkan pyöräilyä ja kävelyä rajoittavia tekijöitä

⁷ Raportissa oli lueteltu vain kolme pyöräilyä rajoittavaa tekijää ilman tärkeysjärjestystä

9 %:lle selvitykseen vastanneista täysin työmatkojen pyöräilyä tai kävelyä rajoittava tekijä ja 45 %:lle jonkin verran rajoittava tekijä (Vaismaa 1995, s. 92).

Eräässä Belgiassa tehdyssä selvityksessä oli puolestaan käsitelty työmatkapyöräilyä rajoittavia tekijöitä. Selvityksessä niitä oli tunnistettu viisi: ajan puute, huono sää, viitsemäisyyden puute, tarve käydä matkalla kaupassa sekä koettu energian puute. Huomionarvoista on, että aiemmin mainittujen suomalaisten selvitysten tai raporttien tuloksista poiketen belgialaisen selvityksen mukaan onnettomuuksien pelkoa ei pidetty rajoitteena lainkaan ja pitkäksi koetun matkan sijaan rajoitteena pidettiin pitkäksi koettua matka-aikaa. Pyöräilyväylien laadun osalta selvityksessä todettiin niin pyöräilevien kuin pyöräilemättä jättävien henkilöiden olevan väylien laatuun tyytymättömiä. Kiinnostava havainto oli myös se, että liikkujan lähipiirin totumuksilla voi olla vaikutusta hänen pyöräilymyönteisyyteensä. (de Geus & Meeusen 2008)

Hopkinson ja Wardman sen sijaan esittävät, että pyöräilyväylien turvallisuudella on suuri merkitys siinä, valitaanko pyöräilyä kulkutavaksi. Heidän arvionsa on, että pyöräilyväyliä kehittäessä tulisi ennemmin kiinnittää huomiota turvallisuuden parantamiseen kuin matka-aikojen lyhentämiseen. (Hopkinson & Wardman 1996)

Cerveron *et al.* Kolumbian Bogotássa tekemän tutkimuksen mukaan infrastruktuuriteki-
jöistä pyöräilymääriin voidaan vaikuttaa eniten pyöräilyväylien laadulla, yhdistävyydellä ja väyläverkon tiheydellä. Myös tässä tutkimuksessa arvioitiin, että pyöräilyväylien määrä-
kisytydellä sekä turvattomuudella tai sen tunteella on merkittävä vaikutus pyöräilymää-
riin. (Cervero *et al.* 2009)

Goetzke ja Rave puolestaan väittävät Saksassa tekemänsä tutkimuksen perusteella, että pyöräilyinfran määrällä on vaikutusta vain asiointi- ja vapaa-ajan pyöräilyn määrään, mut-
tei työ- tai opiskelumatkojen pyöräilyyn. Vaikutus asiointi- ja vapaa-ajan pyöräilymää-
riinkin on arvioitu melko vähämerkityksiseksi. (Goetzke & Rave 2011) Tämä tulos on
kuitenkin ristiriidassa useiden amerikkalaisten tutkimusten kanssa, joiden mukaan pyö-
räilyinfran määrä vaikuttaisi työmatkapyöräilyn määrään (mm. Dill & Carr 2003; Dill &
Voros 2007; Buehler & Pucher 2012). Mahdollinen selitys eroaville tuloksille voisi olla,
että Yhdysvalloissa, jossa pyöräilyn olosuhteet ovat yleisesti huonommat kuin Saksassa
tai monessa muussa Euroopan maassa (mm. Furth 2012, s. 105–121), pyöräilyinfran li-
sääminen vaikuttaa pyöräilymääriin selvästi enemmän kuin maissa, joissa pyöräilyinfraa
on alun perinkin olemassa.

Sää vaikuttaa pyöräilymääriin kaikkina vuodenaikoina, mutta Suomen oloissa talven vai-
kutusta pyöräilymääriin on erityisen merkittävä. Esimerkiksi Tampereen seudun liikenne-
tutkimuksen 2012 mukaan talviaikaan Tampereella pyöräilee päivittäin 5 % väestöstä ja
muina vuodenaikoina keskimäärin 14 % väestöstä. Vastaavasti sellaisia henkilöitä, jotka
eivät koskaan pyöräile Tampereella, on talviaikaan 68 % ja muina vuodenaikoina keski-
määrin 43 % väestöstä. (Kalenoja & Tiikkaja 2013, s. 31)

Pyöräilyn merkittävästä vähenemisestä talvisissa olosuhteissa on havaintoja myös muun muassa Ruotsista (Bergström & Magnusson 2003), Yhdysvalloista (Flynn *et al.* 2012) ja Itävallasta (Reiter *et al.* 1987, kuva 7.1-11). Ruotsissa tehdyn tutkimuksen mukaan talvi-pyöräilyä voitaisiin lisätä eniten väylien paremmalla kunnossapidolla, mutta tällöinkin muutos johtuisi lähinnä siitä, että jo valmiiksi talvella pyöräilevät pyöräilisivät talvella entistä enemmän (Bergström & Magnusson 2003). Talven ja lumisuuden lisäksi muutkin sääolot, esimerkiksi vesisade, viileä lämpötila ja tuulisuus saattavat kaikki vähentää pyöräilyä (mm. Nankervis 1999; Flynn *et al.* 2012; Thomas *et al.* 2013). Huomionarvoista, mutta sinällään odotettavissa olevaa on, että sääolot vaikuttavat vähemmän työ- ja koulumatkapyöräilyyn kuin pyöräilyyn vapaa-ajan matkoilla, sillä työ- ja koulumatkoja ei yleensä voi jättää kokonaan tekemättä sääolojen vuoksi (Thomas *et al.* 2013).

2.3 Pyöräily ostos- ja asiointimatkoilla

Ostos- ja asiointimatkoilla pyöräilyn kulkutapaosuus on Suomessa varsin pieni, vuosien 2010–2011 henkilöliikennetutkimuksen mukaan 6 %. Valtakunnallisesti kaikilla matkoilla pyöräilyn kulkutapaosuus on saman tutkimuksen mukaan 8,3 %. (Somerpalo *et al.* 2015, s. 19) Tampereella ostosmatkoista 8 % ja asiointimatkoista 5 % tehdään vuoden 2012 paikallisen liikennetutkimuksen mukaan polkupyörällä, kun kaikista matkoista polkupyörällä tehdään 10 % (Kalenoja & Tiikkaja 2013, s. 23). Vastaavasti Lahden seudulla kaikista matkoista pyöräillään 12 %, ostosmatkoista 11 % ja asiointimatkoista 7 %. (Kalenoja *et al.* 2010, s. 21, 24). Jyväskylän seudulla pyöräilyn kulkutapaosuudet ovat 12 % kaikilla matkoilla, 10 % ostosmatkoilla ja 8 % asiointimatkoilla (Kalenoja 2010, s. 21, 24) ja Oulun seudulla 19 % kaikilla matkoilla, 14 % ostosmatkoilla ja 9 % asiointimatkoilla (Kalenoja & Kiiskilä 2010, s. 13, 16).

Kuitenkin valtakunnallisesti kaikista pyöräilymatkoista hieman yli 25 % on ostos- tai asiointimatkoja ja pääkaupunkiseudun tiiviisti rakennetuilla alueilla jopa noin kolmannes pyöräilymatkoista on ostos- tai asiointimatkoja, kun valtakunnallisesti vain noin 18 % pyöräilymatkoista on työmatkoja. Näin on siitä huolimatta, että työmatkoista tehdään polkupyörällä valtakunnallisesti 9 % (Somerpalo *et al.* 2015, s. 19), Tampereella 13 % (Kalenoja & Tiikkaja 2013, s. 23), Lahden seudulla 12 % (Kalenoja *et al.* 2010, s. 24), Jyväskylän seudulla 15 % (Kalenoja 2010, s. 24) ja Oulun seudulla 18 % (Kalenoja & Kiiskilä 2010, s. 16), eli yleisesti ottaen työmatkoilla pyöräilyn kulkutapaosuus on keskimääräistä tasoa tai sitä hieman suurempi. Tulos on myös ristiriidassa sekä Helsingin että Turun pyöräilybarometrien tulosten kanssa, sillä näiden mukaan sekä Helsingissä että Turussa selvästi yleisin pyöräilymatkan tarkoitus on työ- tai opiskelumatka (Helsingin kaupunki 2016; Turun kaupunki 2017).

Selittävä tekijänä ostosmatkojen suureen osuuteen kaikista pyöräilymatkoista voi kuitenkin olla se, että valtakunnallisen henkilöliikennetutkimuksen 2010–2011 mukaan suomalaiset tekevät vuorokaudessa keskimäärin 0,48 työmatkaa ja 1,01 ostos- tai asiointimatkaa, eli jokaista työmatkaa kohden hieman yli kaksi asiointimatkaa (Liikennevirasto

2012, s. 19). Toinen ääripää on Tampereen seudun liikennetutkimus, jonka mukaan yhtä työmatkaa kohden tehdään 1,33 ostos- tai asiointimatkaa (Kalenoja & Tiikkaja 2013, s. 19). On myös hyvä huomioda, että aluekohtaiset erot pyöräilymatkojen tarkoituksjakauksissa ovat melko suuria. (Somerpallo *et al.* 2015, s. 19, 32)

Koska ostos- ja asiointimatkoilla pyöräilyn kulkutapaosuus on kuitenkin hyvin pieni, on pyöräilyn osuuden kasvattamiseen runsaasti potentiaalia. Tämä on todettu muun muassa Liikenne- ja viestintäministeriön *Kävelyn ja pyöräilyn valtakunnallinen strategia 2020*:ssä. Strategiassa mainitaan myös, että asiointimatkojen pyöräilystä voisi olla myös terveydellistä hyötyä yhtenä arkiliikkumisen muotona: ”Asiointiin tai työmatkaan yhdistetty liikunta on ihanteellista ihmisille, joiden on muuten vaikea löytää aikaa liikuntaharrastuksille”. (LVM 2011, s. 11–13) Onkin todettu, että arkiliikkuminen voi säännöllisenä liikuntana olla erittäin merkityksellistä koko väestön kannalta (Garrard *et al.* 2012, s. 33) ja että Alankomaissa pyöräily on väestön kannalta merkittävin keski- tai kovatehoisen liikunnan muoto (Wendel-Vos 2008, van Kempen *et al.* 2010, s. 23 mukaan)

Ostos- ja asiointimatkojen pyöräilyn potentiaalista kertoo myös muun muassa se, että Kööpenhaminassa ostosmatkoilla pyöräilyn kulkutapaosuus oli vuonna 2012 35 % ja siten korkeampi kuin kaikilla matkoilla kokonaisuutena – pyöräilyn kulkutapaosuus kaikilla matkoilla oli Kööpenhaminassa 29 %. Kööpenhaminan vuoden 2012 pyöräilykatsauksessa ei kuitenkaan oteta erityisesti kantaa siihen, miksi pyöräilyn kulkutapaosuus on ostosmatkoilla niin korkea. Sen sijaan katsauksessa todetaan, että kööpenhaminalaisista vain 26 % on tyytyväisiä kauppojen lähistöllä sijaitseviin pyöräpysäköintimahdollisuuksiin ja että 26 % heistä, jotka eivät asioi kaupoissa pyörällä, pitävät pyöräpysäköinnin puutteita ainakin jonkin tasoisena syynä muun kulkutavan käyttöön ostosmatkoilla. Näiden tekijöiden voi kuitenkin arvioida nimenomaan vähentävän ostosmatkojen pyöräilyä Kööpenhaminassa. Ostosmatkojen pyöräilymääriin Kööpenhaminassa saattaa sen sijaan vaikuttaa myönteisesti se, että tavaroiden kuljetukseen soveltuvat ns. laatikkopyörät ovat verraten yleisiä Kööpenhaminassa. (Københavns kommune 2014, s. 10–12, 18–19)

Ostosmatkoilla pyöräilyn kulkutapaosuus saattaa jonkin verran riippua matkan kohteena olevan kaupan koosta. Esimerkiksi Tampereen seudulla vuoden 2012 liikennetutkimuksen mukaan lähikauppoihin suuntautuvista matkoista 8 % tehtiin polkupyörällä, mutta hypermarketeihin suuntautuvilla matkoilla vastaava osuus oli 5 % ja tavarataloihin suuntautuvilla matkoilla 4 % (Kalenoja & Tiikkaja 2013, s. 41). Vertailun vuoksi vuonna 1996 julkaistun *Päivittäistavarakaupan sijoittumisen liikenteelliset vaikutukset Tampereen seudulla* -raportin mukaan pyöräilyn kulkutapaosuus lähikauppoihin suuntautuneilla matkoilla oli 17 %, hypermarketeihin suuntautuneilla matkoilla 6 % ja tavarataloihin suuntautuneilla matkoilla 4 % (Murto 1996, s. 36). Lähikauppojen osalta pyöräilyn osuuden pientymistä voisi selittää tutkimusten erilaiset otannat – vuoden 1996 raportissa tarkasteltuja lähikauppoja oli vain kaksi, vuoden 2012 liikennetutkimuksen alue kattoi puolestaan 12 kuntaa Pirkanmaalla (Murto 1996, s. 28; Kalenoja & Tiikkaja 2013, s. 4).

Todettakoon myös, että molempien selvitysten mukaan selvästi yleisin kulkutapa lähikauppoihin ja tavarataloihin mentäessä oli kävely ja hypermarkettiin mentäessä autoilu. Lähikauppaan suuntautuneista matkoista käveltiin vuonna 2012 52 % ja vuonna 1996 53 %, tavarataloon suuntautuneista matkoista puolestaan käveltiin vuonna 2012 51 % ja vuonna 1996 59 %. Hypermarketeihin suuntautuneista matkoista sen sijaan tehtiin vuonna 2012 autolla 79 % ja vuonna 1996 81 % (Kalenoja & Tiikkaja 2013, s. 41; Murto 1996, s. 36). Näin ollen on selvää, että kaupan tyyppi vaikuttaa yleisesti ottaen ostosmatkojen kulkutapajakaumaan.

3. SAAVUTETTAVUUS PYÖRÄILLEN

3.1 Yleistä saavutettavuudesta

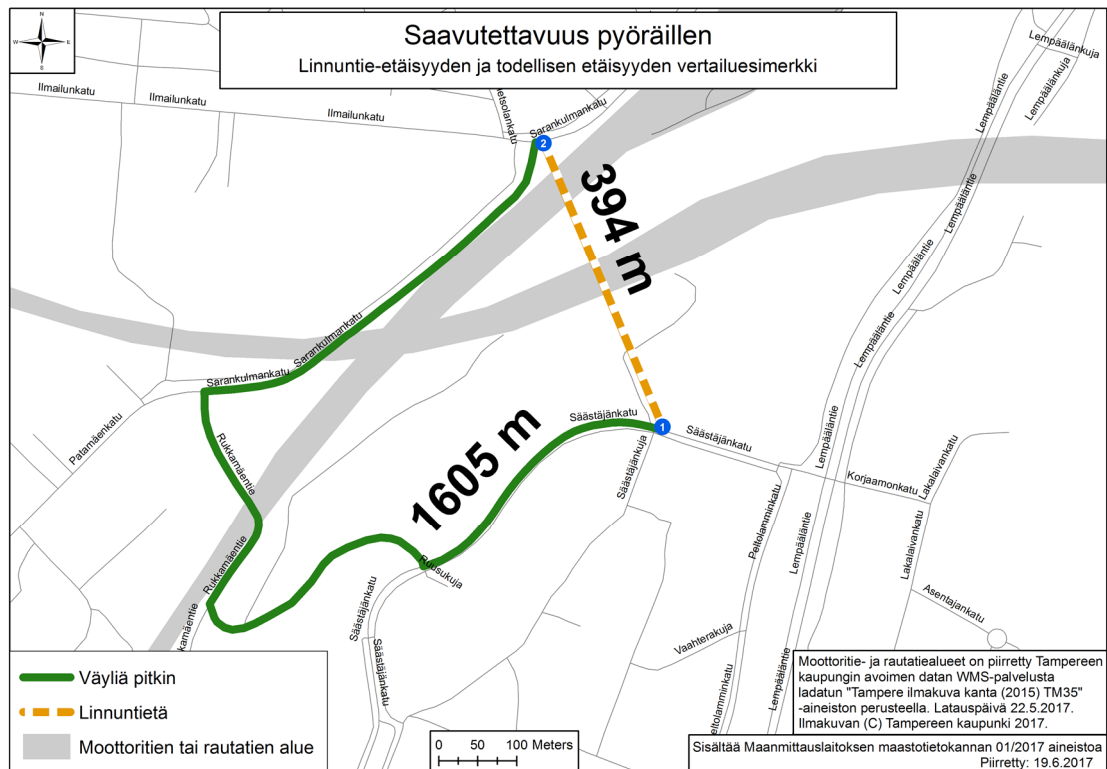
Saavutettavuus (*accessibility*) on määritelty Oxfordin sanakirjassa ”helppoudeksi päästä yhteen sijaintiin muista sijainneista” (Mayhew 2015). Aivan yksikäsitteistä määritelmää saavutettavuudelle ei tosin ole ja määritelmässä voisikin sanoa olevan näkökulmaeroja (mm. Geurs & van Wee 2004). Geursin ja van Ween (2004) mukaan saavutettavuus koostuu neljästä komponentista, jotka ovat maankäyttö, liikenneverkko, aikarajoitteet ja yksilölliset lähtökohdat. On väitetty, että saavutettavuustarkasteluissa painottuisi usein autoilun näkökulma, mutta saavutettavuutta on luonnollisesti tarkasteltu ja tutkittu myös kävelyn ja pyöräilyn kannalta (Iacono *et al.* 2010).

Saavutettavuutta osana kaupunkirakennetta ja liikennejärjestelmää on tutkittu ainakin 1950-luvun lopulta asti. Hansenin (1959) artikkelia pidetään joskus ensimmäisenä merkittävänä saavutettavuutta ja sen mallintamista käsittelevänä tekstinä (mm. Bhat *et al.* 2002; Geurs *et al.* 2014), mutta saavutettavuutta on tutkittu jonkin verran tätä ennenkin (mm. Barr 1957). Hansenin (1959) mukaan saavutettavuus tarkoittaa kanssakäymisen potentiaalia, jossa yksittäisen pisteen saavutettavuuteen vaikuttavat sekä pisteen ympäristössä olevat aktiviteetit eli syyt mennä yksittäisestä pisteestä johonkin toiseen paikkaan, että ihmisten mahdollisuudet käydä näissä toisissa paikoissa. Hansen siis määrittelee saavutettavuuden Oxfordin sanakirjaan nähden käänteisesti – helppoudeksi päästä muihin sijainteihin yhdestä sijainnista (Hansen 1959).

Saavutettavuutta eri liikennemuodoilla voidaan arvioida useista eri näkökulmista, kuten tiettyyn matkaan kuluvan ajan, vaivan, rahan tai näiden yhdistelmän kautta (Litman 2003). Näin ollen on helposti pääteltävissä, että laskennallinen saavutettavuus riippuu olennaisesti myös saavutettavuuden tarkasteluun käytettävistä mittareista. Esimerkiksi matkan pituuteen perustuvassa saavutettavuustarkastelussa kävelijä saattaa pystyä liikkumaan laajemmalle alueelle kuin pyöräilijä, mutta aikaperusteisessa tarkastelussa saavutettavuusalue on suurempi pyöräilijöille kuin kävelijöille, sillä pyöräilijät pystyvät usein liikkumaan nopeammin kuin kävelijät.

Liikennemuotojen vertailun lisäksi saavutettavuuden avulla voidaan laskea myös optimaalisia sijoittumispaikkoja yhteiskunnan eri toiminnoille. Samoin saavutettavuustarkasteluja voidaan hyödyntää selvittäessä, millaisia yhteyspuutteita liikenneverkolla mahdollisesti on. Aiemmin esitetystä Oxfordin sanakirjan määritelmästä huolimatta saavutettavuutta onkin myös mahdollista tarkastella käänteisesti, esimerkiksi: ”montako ruoka-kauppaa sijaitsee kahden kilometrin kävelymatkalla kodistani”, määritelmää paremmin vastaavan ”montako asukasta on kahden kilometrin säteellä ruokakaupasta” -tarkastelun sijaan.

Olennainen yksityiskohta saavutettavuustarkasteluissa on myös se, tarkastellaanko saavutettavuutta linnuntie-etäisyyksien (euklidisten etäisyyksien) vai todellisen väyläverkon etäisyyksien avulla. Linnuntie-etäisyyksiä on yksinkertaisempaa laskea kuin etäisyyksiä todellista väyläverkkoa pitkin, mutta todellista väyläverkkoa pitkin etäisyydet voivat olla huomattavasti pidempiä kuin linnuntietä. Näin ollen linnuntie-etäisyyksien käyttö voi vääristää saavutettavuustarkastelujen tuloksia huomattavan paljon. Vääristymää on havainnollistettu kuvassa 3.1, joka esittää tämän työn case-alueen Lakalaivan liikenneverkkoa.



Kuva 3.1. Havainnollistus linnuntie-etäisyyden ja lyhimmän todellisen etäisyyden eroista

Kuvan esimerkissä vääristymän syynä on niin sanottu estevaikutus, jonka voidaan määritellä tarkoittavan mistä tahansa fyysisestä (esimerkiksi tie tai vesistö) tai hallinnollisesta tai muusta ei-fyysisestä (esimerkiksi kunnan raja) kohteesta aiheutuvaa rajoitetta liikkumiselle. Kuvan 3.1 tilanteessa estevaikutusta aiheuttavat sekä rautatie että moottoritie, jotka kierretään kaukaa lännen kautta suhteessa suorimpaan mahdolliseen reittiin. Joissakin teksteissä estevaikutuksen nähdään tosin koskevan vain autoliikenteen vaikutuksia jalankulkua ja pyöräilyä (mm. VTPI 2015, s. 5.13-1), mutta monissa tutkimuksissa estevaikutusta käsitelläänkin villieläinten näkökulmasta (mm. Luell 2004) ja esimerkiksi valtion rajoja voidaan myös käsitellä yhtenä estevaikutusta aiheuttavana tekijänä (Condeço-Melhorado *et al.* 2014, s. 3).

3.2 Saavutettavuus ostos- ja asiointimatkoilla

Saavutettavuuteen ostos- ja asiointimatkoilla liittyvää tieteellistä tutkimusta on melko paljon. Erityisesti tutkimuksissa on oltu kiinnostuneita terveydenhuollon toimipisteiden – kuten lääkäriasemien – saavutettavuudesta, mutta monissa näistä tutkimuksista tarkastelualueet ovat olleet hyvin laajoja ja kooltaan verrattavissa esimerkiksi Suomen maakuntiin (mm. Lovett *et al.* 2002; Christie & Fone 2003; Apparicio *et al.* 2008).

Tämän työn kannalta kiinnostavimpia olisivat tiedot siitä, millaisia etäisyyksiä ihmiset pitävät hyväksyttävänä matkatessaan erilaisiin palveluihin. Tällöin olisi mahdollista arvioida, millaisia saavutettavuusalueita tulisi käyttää tämän työn myöhemmissä tarkasteleissa. Kyse on siis siitä, että mitä pidemmät etäisyydet palveluihin koetaan hyväksyttäviksi, sitä laajempia ovat luonnollisesti myös palveluiden hyväksyttäviksi koettavat saavutettavuusalueet.

Kuntaliitto on selvittänyt ihmisten tyytyväisyyttä palveluiden saavutettavuuteen ARTTU-tutkimusohjelmaan kuuluneissa kunnissa. Selvityksen mukaan vain viiden kunnallisen palvelun saavutettavuus oli hyvä yli 50 %:n tutkimuskuntalaisista mielestä. Nämä hyvin saavutettavat palvelut olivat esiopetus, peruskoulun 1–6- ja 7–9-luokat, lukio sekä kirjastopalvelut. Kunta- ja palvelukohtaiset erot näkemyksissä olivat tosin huomattavia ja esimerkiksi lukion saavutettavuuden on eräässä nimeämättömässä kunnassa kokenut hyväksi 16 % asukkaista ja eräässä kunnassa 69 % asukkaista. (Pekola-Sjöblom 2012, s. 58) Selvitys on kuitenkin ollut mielipidepohjainen, joten selvityksessä ei ole tietoa siitä, milloin saavutettavuutta on pidetty hyvänä ja milloin ei. Selvityksessä ei ole myöskään kuvattu sitä, miten haastatellut määrittelevät termin *saavutettavuus* – ei siis ole tiedossa, onko selvityksessä saavutettavuuteen voinut sisältyä muitakin kuin palveluun matkustamiseen liittyviä tekijöitä.

Kuluttajatutkimuskeskuksen raportissa 9/2008 todetaan, että palveluiden toivotaan yleensä sijaitsevan asuinpaikan lähettyvillä tai enintään muutaman kilometrin etäisyydellä asuinpaikan luonteesta riippuen. Lähipalveluiksi toivotaan ruoka- ja päivittäistavarakauppojen lisäksi muun muassa pankkia, postipalveluita ja terveyskeskusta. (Koistinen & Tuorila 2008, s. 49–51) Puolestaan Kuluttajatutkimuskeskuksen raportissa 4/2007 todetaan, että hyväksi *kävelyetäisyydeksi* lähikauppaan olisi useassa lähteessä arvioitu 300–500 metriä. (Koistinen & Väliniemi 2007, s. 4–5) Liikenneviraston *Jalankulku- ja pyöräilyväylien suunnittelu* -ohjeen perusteella ”jalankulkumatkan keskimääräinen pituus on 1,6 km ja keskimääräinen matka-aika 22 minuuttia” (Liikennevirasto 2014, s. 21), jolloin keskimääräisen kävelynopeuden voidaan laskea olevan noin 4,4 km/h. Tällöin 300–500 metrin matka kävellen kestää noin 4–7 minuuttia.

Edellisessä kappaleessa esitettyjä hyväksyttäviä kävelymatkoja lähikauppaan voidaan pyrkiä muuttamaan pyöräilymatkoiksi, kun tiedetään, mikä on polkupyöräilijän keski-

määräinen ajonopeus. Kauppinen on diplomityössään mitannut pyöräilijöiden keskinopeuden olevan tasaisella väylällä 17,7 km/h eli lähes täsmälleen nelinkertainen edellä esitettyyn keskimääräiseen kävelynopeuteen nähden (Kauppinen 2015, s. 58). Tällöin voidaan arvioida, että 300–500 metrin kävelymatkoja vastaisivat noin 1,2–2,0 kilometrin pyöräilymatkat, joihin siis kuluisi aikaa noin 4–7 minuuttia.

Kuluttajatutkimuskeskus on selvittänyt myös muun muassa sitä, minkä pituista matkaa terveyskeskukseen pidetään kohtuullisena. Tässä selvityksessä havaittiin, että tiheästi asutuilla alueilla kohtuullisena pidetty matka oli lyhyt: kaupunkikeskustoissa, joilla selvityksessä tarkastellut kunnat huomioiden tarkoitettaneen lähinnä Riihimäen keskustaa, kohtuullisena pidetty matka oli keskimäärin 1,5 kilometriä. Esikaupunkialueilla kohtuullisena pidettiin keskimäärin 2,7 kilometrin matkaa ja kaupunkien haja-asutusalueilla 4,6 kilometrin matkaa. (Kytö *et al.* 2008, s. 27–29)

Kunnallisanalan kehittämissäätiön teettämässä selvityksessä puolestaan todetaan, että kohtuulliset etäisyydet palveluihin ”vaihtelevat palvelusta riippuen reilusta kahdesta kilometristä vähän yli kolmeen kilometriin”. Esimerkiksi kohtuullinen etäisyys terveysasemalle oli 47 % selvitykseen vastanneista mielestä enintään 2 kilometriä, mutta 18 % vastanneista mielestä yli 6 kilometrin matka on vielä kohtuullinen. Selvityksessä käytetty matkojen pituuksien luokittelu on tosin hieman erikoisen oloinen, sillä 2–3 kilometrin ja 5–6 kilometrin mittaiset matkat näyttävät puuttuvan luokituksesta. (Kunnallisanalan kehittämissäätiö 2015)

Koulumatkoihin liittyen Suomessa on tutkittu, että ala-asteikäisten vanhemmista noin 85–90 % on sitä mieltä, että heidän lapsensa voisi pyöräillä 3 kilometrin matkan kouluun. Yläasteikäisten vanhemmissa vastaava osuus oli yli 95 %. 5 kilometrin pyöräilymatkaa-kin piti hyväksyttävänä vielä noin 30 % ala-asteikäisten vanhemmista; yläasteikäisten vanhemmista 5 kilometrin matkan pyöräilyn olisi hyväksynyt noin 70 %. (Turpeinen *et al.* 2013, s. 58–59)

Näin ollen voitaneen arvioida, että Tampereen kantakaupungin alueellakin alle 2,5 kilometrin matkat erilaisiin palveluihin ovat kohtuullisia ja alle 5 kilometrin matkoina myös pyöräiltävissä. On tosin syytä huomioida, että vaikka matka esimerkiksi terveyskeskukseen olisi itsessään lyhyt, ei sitä välttämättä pyöräillä esimerkiksi sairaana ollessa – todellinen tilanne voi aina poiketa yleistetystä.

4. PYÖRÄILYN MALLINTAMINEN

4.1 Liikenteen mallintamisesta yleisesti

Liikenteen mallintaminen on nykyään merkittävä osa liikennesuunnittelua. Liikennemalleja käytetään erityisesti liikennehankkeiden vaikutusten etukäteisarviointiin. Tällöin puhutaan tyypillisesti liikenne-ennusteiden laatimisesta. (mm. Särkkä *et al.* 2016, s. 5)

Liikennemallit tehdään usein niin kutsutun neliporrasmallin mukaisiksi. Neliporrasmalli on periaatteeltaan varsin vanha tapa mallintaa liikennettä. Esimerkiksi Tampereen kaupunkiseudun liikennetutkimuksessa 1969 (Liikennetekniikka Oy 1969, s. 7–8) on käytetty neliporrasmallia samalla periaatteella kuin sitä nykyäänkin käytetään, joskaan nimitystä neliporrasmalli ei tuolloin käytetty. Neliporrasmalli koostuu taulukossa 4.1 esite-tyistä osista.

Taulukko 4.1. Neliporrasmallin osat ja mitä osat tarkoittavat (PTtL 1969, s. 9–11; Pastinen 1997, s. 9; Kalenoja & Keränen 2012, s. 7)⁸

Neliporrasmallin osa	Osan kuvaus
Matkatuotosten generointi ja attrahointi	Miten eri alueet tuottavat matkoja (esim. asuinalue) tai vetävät matkoja puoleensa (esim. työpaikka-alue)?
Matkojen suuntautuminen	Miten eri alueiden tuottamat matkat kohdentuvat eri kohdealueille, eli montako matkaa on alueelta A alueelle B jne.?
Kulkutavan valinta	Mitä kulkutapaa kullakin mallinnettavalla matkalla käytetään?
Liikenteen sijoittelu	Mitä reittiä pitkin kukin mallinnettava matka kulkee?

Neliporrasmallissa matkojen lähtö- ja määräpaikat kohdennetaan siis tyypillisesti alueille. Alueet voivat olla eri kokoisia, mutta on selvää, että mitä tarkempi aluejako on, sitä tarkempia tuloksia liikennemalli voi antaa. Matkatuotokset eli eri alueilta lähtevien ja niille päättyvien matkojen määrät voidaan selvittää esimerkiksi liikennetutkimusaineistojen pohjalta, mutta pohjimmiltaan matkatuotokset perustuvat erityisesti alueiden maankäyttöön ja ihmisten liikkumistottumuksiin (Ortúzar & Willumsen 2004, s. 23; Kalenoja & Keränen 2012, s. 22–25). Tulevaisuutta ennustettaessa malli pohjautuu vastaavasti oletuksiin maankäytöstä ja liikkumistottumuksista. Esimerkiksi uuden asuinalueen liikennettä mallinnettaessa tulee miettiä sitä, montako matkaa ja minne alueen asukkaiden oletetaan vuorokaudessa tekevän.

⁸ PTtL:n kirjassa puhutaan nelivaiheisesta liikenne-ennusteprosessista, mutta sen vaiheet ovat täysin samat kuin mallissa, josta nykyisin puhutaan neliporrasmallina. Ei ole selvää, milloin mallista on alettu puhua nimenomaisesti neliporrasmallina, mutta esimerkiksi Pastinen (1997) käyttää jo kyseistä termiä tekstissään.

Matkojen suuntautuminen lasketaan neliporrasmalleissa usein niin sanotun gravitaatiomallin avulla. Gravitaatiomalli kuvaa eri alueiden välistä liikenteellistä ”vetovoimaa”, joka perustuu muun muassa alueiden maankäyttöön ja niiden väliseen etäisyyteen. Liikenteen gravitaatiomallien kehityksen katsotaan alkaneen Lillin (1891) esittämästä matkustamislain teoriasta (saks. *das Reisegesetz*, vapaasti suomennettu). Yksinkertaisimmillaan kahden alueen välistä matkamäärää voidaan arvioida gravitaatiomallilla jakamalla alueiden matkatuotospotentiaali niiden välisen etäisyyden neliöllä, mutta malleissa voidaan myös esimerkiksi huomioida matkan tyyppi käyttämällä yhtälöissä erilaisia vakio-kertoimia tai suhteuttaa yksittäiselle alueelle suuntautuvien matkojen määrä kaikkien alueiden attrahointipotentiaaliin (ks. esim. Kalenoja & Keränen 2012, s. 24–25). Matkamääriä suhteuttavaa mallia kutsutaan myös Voorheesin malliksi. (PTtL 1969, s. 40–42)

Kulkumuodon valintaan voi liikennemalleissa vaikuttaa useampi muuttuja. Nämä muuttujat voivat liittyä niin mallinnettavaan liikkujaan tai matkaan kuin liikenneverkkoon, jota mallissa käytetään. On esimerkiksi selvää, että henkilö, joka ei omista autoa, todennäköisesti liikkuu autolla harvemmin kuin auton omistava henkilö. Vastaavasti auton kulkutapaosuus on esimerkiksi Tampereen seudulla suurimmillaan maaseutumaisilla alueilla asuvilla henkilöillä ja pienimmillään keskustamaisilla alueilla asuvilla henkilöillä (Kalenoja & Tiikkaja 2013, s. 37). Tällaiset liikkujaan liittyvät ominaisuudet tulee siten ottaa huomioon liikennemalleissakin.

Itse matkaan liittyvästä, kulkutavan valintaan vaikuttavasta tekijästä yksinkertainen esimerkki on matkan pääte pisteistä tai matkustusajankohdasta johtuva käyttökelpoisten joukkoliikenneyhteyksien puute. Liikennejärjestelmään liittyvistä kulkutavan valintaan vaikuttavista tekijöistä yksi selkeimmistä lienee puolestaan matka-aika (HSL 2011, s. 50; Kalenoja & Keränen 2012, s. 26) – jos esimerkiksi joukkoliikenteellä matkustaminen on selvästi nopeampaa kuin autoilu tai pyöräily, valikoituu joukkoliikenne liikennemallissa kulkutavaksi useammin kuin tilanteessa, jossa eri kulkutapojen matka-ajat ovat samat. Myös esimerkiksi matkakustannukset voidaan ottaa huomioon kulkutavan valintamallissa (HSL 2011, s. 50). Käytännössä nämä kulkutapaan vaikuttavat muuttujat ja niiden arvot voidaan valita ja määrittää esimerkiksi liikennetutkimusten aineistojen ja tulosten perusteella.

Kulkutavan valintaan vaikuttavia muuttujia pohdittaessa on kuitenkin syytä muistaa selvittää, ovatko muuttujat toisistaan riippumattomia. Esimerkiksi aiemmin mainitut maaseudulla asuminen ja heikko joukkoliikennetarjonta henkilöautoilua lisäävinä tekijöinä eivät todennäköisesti ole toisistaan riippumattomia, sillä maaseudun joukkoliikennetarjonta on tyypillisesti suppeampaa kuin kaupunkien joukkoliikennetarjonta.

Liikenteen sijoittelussa on kyse siitä, mitä reittejä malliin kuvatuilla matkoilla käytetään. Reitin valintaa rajoittaa kulkutapa: kävelijä ei saa kulkea moottoritietä eikä autoilija lenkipolkua pitkin. Muutoin reitinvalinta pohjautuu yleisimmin matkavastusten minimoin-

tiin – usein tämä tarkoittaa paljolti matka-ajan ja matkan pituuden minimointia (mm. Kalenoja & Keränen 2012, s. 30). Matka-aika vastustekijänä koostuu usean muun matkavastuksen yhteisvaikutuksesta, sillä esimerkiksi autoilijan matka-aikaan vaikuttavat muun muassa matkan pituus, väylien ruuhkaisuus sekä nopeusrajoitukset (Kalenoja & Keränen 2012, s. 30–31). Matkavastustekijät voisivat kuitenkin periaatteessa olla lähes mitä vain. Esimerkiksi kävelymatkoja voitaisiin liikennemallissa sijoitella eri väylille sen mukaan, miten saadaan minimoitua jalankulkijoiden altistus ilmansaasteille. Haasteena on, että sijoittelussa käytettävien matkavastusten on tarkoitus kuvata reittien valintaa realistisesti.

Liikennettä voidaan mallintaa myös niin sanotuilla matkaketjumalleilla ja aktiviteettimalleilla. Matkaketjumalleilla tarkoitetaan sitä, että yksittäisten matkojen sijaan mallinnetaan matkaketjuja: voidaan esimerkiksi mallintaa työmatka, jonka yhteydessä käydään kaupassa sen sijaan, että mallinnetaan asiointimatka työpaikalta kauppaan ja toinen asiointimatka kaupasta kotiin. Aktiviteettimallien erona matkaketjumalleihin pidetään puolestaan joissakin teksteissä sitä, että aktiviteettimalleissa otetaan huomioon matkan tarkoitus, esimerkiksi tarve käydä kaupassa, osana matkojen suuntautumisen laskentaa. Toistaiseksi kirjallisuudessa ei kuitenkaan ole ollut yksimielistä näkemystä siitä, ovatko aktiviteettimallit ja matkaketjumallit sama vai eri asia. (Särkkä *et al.* 2016, s. 12–14)

Tässä työssä tehtävät liikenteen mallintamistarkastelut ja niitä varten laadittavat paikkatietomallit noudattavat sovelletusti neliporrasmallien periaatteita. Paikkatietomallin laatimista on käsitelty tarkemmin luvussa 5 ja paikkatietomallin käyttöä liikenteen mallintamiseen muun muassa alaluvuissa 6.2 ja 7.2.

4.2 Paikkatietomenetelmät pyöräilyn mallintamisessa

Pyöräilyn mallintaminen on Suomessa ja muuallakin maailmassa vielä melko vähäistä verrattuna muiden liikennemuotojen, erityisesti autoilun, mallintamiseen. Pyöräilyn mallintamiseen on silti olemassa erilaisia menetelmiä ja työkaluja, kuten Brutus-malli ja auto- ja joukkoliikenteen mallintamiseen yleisesti käytettävät Visum- ja EMME-ohjelmistot.

Tässä alaluvussa keskitytään kuitenkin sellaisiin mallinnusmenetelmiin, joita on mahdollista hyödyntää paikkatieto-ohjelmissa ja niiden reititystyökaluissa. Tällaisia menetelmiä on Suomessa sekä kehitetty että käytetty jonkin verran (mm. Metsäpuro 2012; Jäppinen 2013; Tarnanen 2016), mutta laajasti käytössä olevia nimenomaan paikkatieto-ohjelmissa toimivia mallinnusmenetelmiä ei kuitenkaan ole tätä työtä tehdessä noussut esiin.

4.2.1 Pyöräilyn mallintamisen ja reitinvalinnan tutkimuksesta

Pyöräilijöiden reitinvalintaan liittyviä tutkimuksia on tehty erityisesti SP-menetelmiä (engl. *Stated Preference*; suomeksi myös *lausuttujen preferenssien menetelmä*), kuten

erityisiä kyselyjä, tai RP-menetelmiä (engl. *Revealed Preference*; suomeksi myös *paljastettujen preferenssien menetelmä*), kuten GPS-seurantaan pohjautuvia metodeja käyttäen (vrt. alaluku 4.2.2; ks. myös mm. Menghini *et al.* 2010; Broach *et al.* 2012; Boettge *et al.* 2017). RP-menetelmässä siten seurataan ihmisten tekemiä valintoja, kun taas SP-menetelmässä valintoja tehdään hypoteettisiin tilanteisiin liittyen. RP-tutkimuksissa on kuitenkin tiettyjä luontaisia puutteita, joiden takia SP-tutkimukset soveltuvat usein paremmin liikennealan tutkimustyöhön. Yksi yksinkertainen puute on se, että RP-tutkimuksen tekeminen edellyttää, että siinä tarkasteltavat vaihtoehdot ovat olemassa – menetelmä ei siten sovi tulevaisuuden rakentamishankkeiden tarkasteluun. Toinen merkittävä haaste RP-tutkimuksissa on, että RP-tutkimuksissa voi olla vaikea tunnistaa kaikkia muuttujia, jotka vaikuttavat valintoihin. (mm. Kroes & Sheldon 1988; s. 12–13; Ortúzar & Willumsen 2004, s. 96) Tämä koskee käytännössä kaikkia tilanteita, joissa valintaan vaikuttaa useampi toisistaan riippumaton muuttuja, kuten on esimerkiksi juuri pyöräilyn reitinvalinnan tapauksessa.

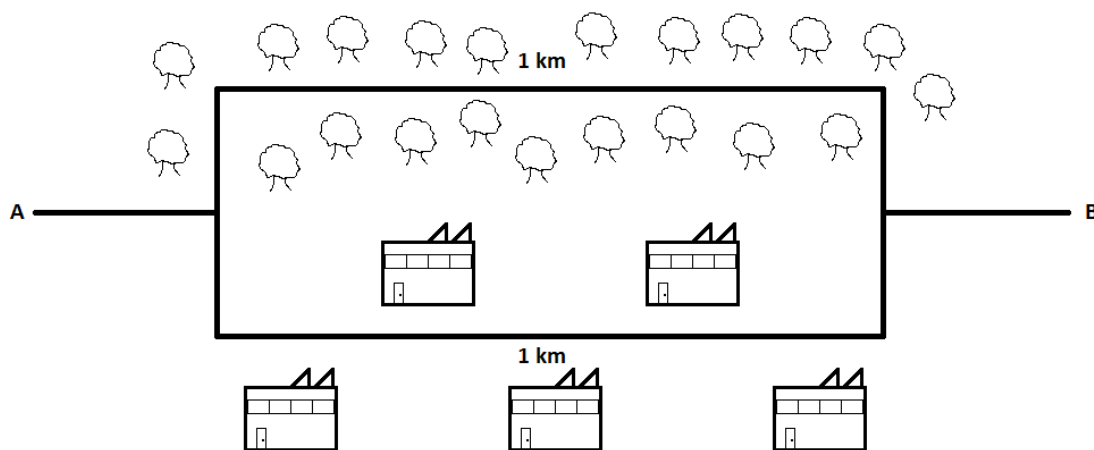
SP-tutkimuksilla on siten selkeitä etuja RP-tutkimuksiin nähden. Pyöräilijöiden mallintamisen ja reitinvalinnan tutkimukseen SP-tutkimukset soveltuvat sikäli erityisen hyvin, että yhdessä tilastollisten menetelmien kanssa sovellettuna SP-tutkimusten avulla pystyttäisiin muodostamaan reitinvalintaa kuvaavia hyötyfunktioita. Toisin sanottuna on mahdollista tuottaa numeerisessa ja vertailukelpoisessa muodossa olevaa tietoa myös sellaisista valintatilanteista, joissa valinta perustuu lähinnä laadullisiin seikkoihin – pyöräilyn tapauksessa esimerkiksi väylän miellyttävyyteen. Lähes kaikki pyöräilyn reitinvalintaan liittyvä tutkimus onkin ennen vuotta 2010 perustunut SP-tutkimuksiin (Menghini *et al.* 2010). SP-tutkimuksissakin on silti omat puutteensa. Merkittävin näistä on se, että ihmiset eivät välttämättä todellisuudessa toimikaan siten kuin he tutkimuksessa sanovat aikovansa toimia. Tämän takia SP-tutkimuksissa käytettävät kyselyt tulee suunnitella huolella. Lisäksi kyselyissä tulisi pystyä huomiomaan kaikki mahdolliset tarkasteltavaan ilmiöön vaikuttavat muuttujat. (Kroes & Sheldon 1988; Ortúzar 2000, s. 299–318; Ortúzar & Willumsen 2004, s. 96–103)

4.2.2 Pyöräilijöiden reitinvalinnan taustatekijät

Pyöräilijät valitsevat käyttämänsä reitit hyvin monien eri muuttujien perusteella. Tällaisia muuttujia ovat esimerkiksi reitin pituus ja mäkisyys, joille on mahdollista laskea numeeriset arvot.

Useat pyöräilyn reitinvalintaan tekijöistä ovat kuitenkin laadullisia ja siten niiden vaikutusta reitinvalintaan on hankala määrittää numeerisesti. Hyvä esimerkki tästä on kuvan 4.1 tilanne, jossa pisteiden A ja B välillä on kaksi yhtä pitkää ja tasaista reittiä, kuvassa ylempi puiston läpi ja alempi teollisuusalueen läpi. Tällaisessa tilanteessa yleinen mielipide vaikuttaisi olevan, että pyöräilyreitiksi valittaisiin mieluummin puiston läpi kulkeva reitti. Tätä ajatusta tukee muun muassa Wintersin *et al.* (2010) Kanadan Vancouverissa

tekemä tutkimus pyöräilyyn vaikuttavista tekijöistä: kaksi merkittävintä tekijää olivat tutkimuksen mukaan pyöräilyreitin sijainti etäällä liikennemelusta ja ilmansaasteista sekä reitin kauniit maisemat. Valintaperusteena olisikin tällöin muun muassa reitin koettu viihtyisyys, mutta ei ole ollenkaan selkeää, miten esimerkiksi juuri koettu viihtyisyys voitaisiin esittää numeerisessa ja objektiivisessa muodossa.



Kuva 4.1. Erilaisten ympäristöjen reitinvalintaongelma

Käytännössä pyöräilijöiden reitinvalinta perustuu yleensä useiden muuttujien yhteisvaikutukseen. Erityisesti on syytä huomioda, että valintoja tehdään usein subjektiivisten näkemysten pohjalta sellaisissakin tilanteissa, joissa olisi mahdollista tehdä myös objektiivisia ratkaisuja. Esimerkiksi reitin tuntuminen suoralta tai lyhyeltä voivat saada pyöräilijän valitsemaan pidemmän reitin kuin objektiivisesti lyhin reitti olisi. (Tielaitos 1998, s. 23; Ehrgott *et al.* 2012; TfL 2012, s. 25)

Reittien turvallisuuden tai koetun turvallisuuden on tunnistettu vaikuttavan pyöräilijöiden reitinvalintaan (mm. Hopkinson & Wardman 1996; Parkin *et al.* 2007; Cervero *et al.* 2009; TfL 2012, s. 90). Hopkinson ja Wardman ovat arvioineet turvallisuuden tunteen olevan yksi merkittävimmistä pyöräilyn reitinvalintaan vaikuttavista tekijöistä – jopa niin merkittävä, että turvallisuusriskittömän pyöräilyväylän käytöstä voitaisiin olla valmiita maksamaan rahaa (Hopkinson & Wardman 1996). Parkin *et al.* (2007) puolestaan esittävät, että autoväylästä erilliset pyörätiet koetaan turvallisemmiksi kuin pyöräkaistat ajoradalla ja että pyöräkaistojen rakentaminen ei välttämättä kannusta pyöräilyyn. Tutkimuksen mukaan pyöräilijät käyttävät mieluiten reittejä, jotka kulkevat joko ajoradasta erillisessä sen vieressä, tai täysin erillään muusta ajoneuvoliikenteestä (Parkin *et al.* 2007). Saman havainnon ovat tehneet myös muun muassa Broach *et al.* (2012) ja TfL (engl. *Transport for London*; 2012).

Itävallan Wienissä tehdyn kyselyselvityksen mukaan ideaalitilanteessa päivittäin käytetävän pyöräilyreitin tärkeimpiä ominaisuuksia ovat reitin turvallisuus ja pyöräily-ystävällisyys – näitä molempia piti erittäin tärkeinä 96,2 % kyselyyn vastanneista. Myös ideaa-

lireitin pinnoitteen tasaisuutta (88,4 %), nopeutta (87,1 %) sekä viheralueiden suurta määrää (82,8 %) pidettiin erittäin tärkeinä pyöräilyreitin ominaisuuksina. (Reiter *et al.* 1987, s. 25)

Lontoossa TfL on teettänyt laajan selvityksen liittyen siihen, millaiset tekijät vaikuttavat pyöräilijöiden reitinvalintaan. Selvitys on pohjautunut pitkälti SP-tyyppiseen kyselyyn. Selvityksessä saatiin tulokseksi muun muassa, että esimerkiksi puistoilla ja viheralueilla on vaikutusta reitinvalintaan: hieman yli puolet vastanneista arvioi, että ajaisivat pyörällä pidempää reittiä päästäkseen ajamaan puiston tai viheralueen läpi, kuin mitä muutoin ajaisivat. Vain noin 10 % vastanneista oli sitä mieltä, että puistoilla ja viheralueilla ei ole mitään väliä reitinvalinnan kannalta. (TfL 2012, s. 18–20)

Myös Kööpenhaminassa tehdyssä GPS-seurantaan ja kyselyihin pohjautuneessa tutkimuksessa havaittiin, että pyöräilijät ovat halukkaita valitsemaan lyhimmän mahdollisen reitin sijaan pidempiä reittejä, mikäli näillä pidemmällä reiteillä on esimerkiksi enemmän erillisiä pyöräilyväyliä tai viheralueita kuin lyhimmillä reitillä. Lisäksi tutkimuksessa havaittiin, että myös muun muassa ruuhkaisia väyliä, useita liikennevaloja tai muita pysähdyspaikkoja sisältäviä väyliä ja jopa risteyksissä vasemmalle tai oikealle kääntymisiä pyritään välttämään reitinvalinnoilla. (Skov-Petersen *et al.* 2013, s. 48–49)

TfL:n selvityksessä on arvioitu myös sitä, miten mielellään eri tyyppisillä väylillä pyöräillään. Kadulla olevia pyöräkaistoja pidettiin tässä selvityksessä miellyttävämpinä ajaa kuin ajorataa ja myös bussikaistalla pyöräily koettiin miellyttävämmäksi kuin ajoradalla ajo yleensä. Ajoradasta erillisen pyöräilyväylän käyttö koettiin kuitenkin vielä selvästi miellyttävämmäksi kuin minkäänlainen ajoratapyöräily. Puolestaan tonttikaduilla ajoradalla ajaminen arvioitiin miellyttävämmäksi kuin kokoojakaduilla ajoradalla ajaminen. Sen sijaan pääkaduilla ajoradalla ajamista ei koettu juurikaan epämiellyttävämmäksi kuin kokoojakaduilla. (TfL 2012, s. 40)

Sener *et al.* (2009) esittävät puolestaan tekemänsä laajan kirjallisuuskatsauksen perusteella, että pyöräilijöiden reitinvalintaan vaikuttavat tekijät voidaan jakaa kuuteen luokkaan: pyöräilijän itsensä ominaisuuksiin, väylien pysäköintimahdollisuuksiin, erillisten pyöräilyväylien olemassaoloon, väylien fyysisiin ominaisuuksiin, väylien toiminnallisiin ominaisuuksiin ja väylien käyttöominaisuuksiin. Pysäköintimahdollisuuksilla tarkoitetaan tässä erityisesti autojen kadunvarsipysäköinnin olemassaoloa ja mahdollista tyyppiä. Väylän fyysisiin ominaisuuksiin Sener *et al.* (2009) laskevat mäkisyyden sekä liikennevalojen ja muiden pysähdysten lukumäärän, väylän toiminnallisiin ominaisuuksiin liikennemäärän ja nopeusrajoituksen, ja väylien käyttöominaisuuksiin pyöräilijän matka-ajan väylällä. Näiden pohjalta selvitettiin SP-kyselyllä, miten texasilaiset valitsevat pyöräilyreittejään. Kiinnostavia havaintoja olivat muun muassa, että sellaisia väyliä, joilla on kadunvarsipysäköintiä, pyrittiin välttämään reitinvalinnassa ja että suurten liikennemäärien tai korkeiden nopeusrajoitusten väylät koetaan epämiellyttäväksi. (Sener *et al.* 2009) Samoihin johtopäätöksiin ovat päätyneet myös muun muassa Gupta *et al.* (2014). Täysin

ajoradasta erillisiä pyöräilyväyliä ei Senerin *et al.* (2009) tutkimuksessa kuitenkaan oltu syystä tai toisesta otettu huomioon.

Mielenkiintoista oli myös, että Senerin *et al.* (2009) tutkimuksen mukaan ajoradalla pyöräilyä pidetään miellyttävämpänä kuin ajoradan yhteydessä olevalla pyöräkaistalla pyöräilyä. Tältä osin tutkimuksen tulokset ovat saman suuntaisia kuin esimerkiksi Parkinin *et al.* (2007) tutkimuksessa, mutta vastaavasti poikkeavat oleellisesti esimerkiksi edellä kuvatussa TfL:n selvityksessä (2012, s. 40) saaduista tuloksista. Sener *et al.* (2009) pitivät tosin mahdollisena, että tämä tutkimustulos voisi johtua myös kyselyn otannasta: tutkimukseen osallistuneet henkilöt olivat säännöllisesti pyöräileviä, mikä on Yhdysvalloissa harvinaista – pyöräilyn kulkutapaosuuden Yhdysvalloissa on arvioitu olevan alle 1 % (mm. Pucher & Buehler 2012, s. 10). Tämä on voinut aiheuttaa sen, että tutkimukseen osallistuneet ovat lähtökohtaisesti olleet keskimääräistä rohkeampia liikkujia liikenteessä. (Sener *et al.* 2009)

4.2.3 Reitin valinnan mallintaminen

Etäisyysperusteinen reititys on yksi yksinkertaisimmista tavoista mallintaa pyöräilyä ja muutakin liikennettä. Tällöin ainoa huomioitava muuttuja on kuljettavan reitin pituus todellista tai tutkittavana olevaa väyläverkkoa pitkin. Reitityksen antamat tulokset eivät kuitenkaan tällöin luonnollisesti kuvaa todellista reitinvalintaa varsinkaan moottoriajoneuvoliikenteessä, sillä muun muassa nopeusrajoituksilla on merkittävä vaikutus käytettäviin reitteihin. Sen sijaan esimerkiksi kävelijöiden vauhti on teoriassa väylästä riippumaton, jolloin kävelijöiden reitinvalintaa tarkastellessa etäisyyden merkitys on selvästi suurempi kuin tarkasteltaessa autoilijoiden reitinvalintaa.

Pyöräilijöiden vauhti ei kuitenkaan ole väylästä riippumaton, olkoonkin, että pyöräilijällä itselläänkin on merkittävä vaikutus omaan vauhtiinsa. Esimerkiksi mäkisyydellä on merkittävä vaikutus pyöräilijöiden ajovauhtiin. Myös muun muassa liikennevalot vaikuttavat pyöräilyvauhtiin, kun punaisiin valoihin tarvitsee pysähtyä. Tähän liittyen Tanskassa on kehitetty pyöräilijöiden ”vihreä aalto”: pyöräilijöiden ei tietyillä reiteillä ennalta määrättyä nopeutta ajaessaan tarvitse välttämättä pysähtyä lainkaan liikennevaloissa (Vaismaa 2014, s. 147). On myös mahdollista, että pyöräilyväylien laadulla voi olla vaikutusta pyöräilijöiden ajovauhtiin (mm. Vaismaa 2014, s. 84). Toisaalta eräässä pienen otannan (N = 10) belgialaistutkimuksessa ei havaittu eroa keskimääräisessä pyöräilyvauhdissa hyvä- ja heikkolaatuisella väylällä, joskin vauhtien keskihajonta oli suurempi heikkolaatuisella väylällä ajettaessa (Vansteenkiste *et al.* 2014). Joka tapauksessa voidaan pitää selvänä, että pelkällä matkan tai väylän pituudella ei voida mallintaa pyöräilyä riittävällä tarkkuudella, vaan mallintamisessa tulisi ottaa huomioon matka-aika ja siten ollen myös nopeus, jolla eri väylillä voidaan pyöräillä.

Kööpenhaminassa joka toinen vuosi julkaistavan pyöräilyraportin (*bicycle account*) mukaan pyöräilijöiden keskivauhdit ovat vuosien 2004–2014 aikana vaihdelleet 15,3 ja 16,4

kilometrin tunnissa välillä (Københavns kommune 2015, s. 5). Kööpenhaminan voinee olettaa olevan niin tasainen, että edellä esitettyjä vauhteja voisi pitää keskivauhteina tasisella maalla – Kööpenhaminan korkein piste sijaitsee 37 metrin korkeudella merenpinnasta (Københavns kommune 2012). Vertailun vuoksi Tampereella Pyhäjärven vedenpinnan normaali korkeus on 77,5 metriä ja Hervannan kauppakeskus Duon luoteiskulman korkeustaso on 142,5 metriä – eroa on siis 65 metriä (Tampereen kaupunki 2017c⁹).

Toisaalta tanskalaisen *Bikeability*-hankkeen yhteydessä tutkittiin 210 kööpenhaminalaispyöräilijän reitinvalintaa GPS-laitteiden avulla. Tässä tutkimuksessa pyöräilijöiden keskivauhdiksi mitattiin 14,4 kilometriä tunnissa. (Skov-Petersen *et al.* 2013, s. 48) Myös muissa GPS-seurantaan perustuneissa tutkimuksissa on selvitetty pyöräilijöiden keskivauhteja: esimerkiksi Sveitsin Zürichissä tehdyssä tutkimuksessa pyöräilijöiden keskivauhdiksi laskettiin noin 10,1 kilometriä tunnissa (Menghini *et al.* 2010). Molemmissa tapauksissa on syytä huomioda, että GPS-tarkasteluissa keskivauhtiin vaikuttavat myös muun muassa pysähdykset liikennevaloihin. Toisin sanottuna edellä kuvatut keskivauhdit eivät kuvaa keskivauhtia vapaasti ajettaessa. El-Geneidy *et al.* (2007) ovat puolestaan tutkineet pyöräilijöiden keskivauhtia GPS-laitteilla nimenomaisesti vapaassa, pysähdysettömässä ajossa ajoradoilla ja mitanneet keskivauhdiksi 15,75 kilometriä tunnissa.

Kauppinen on puolestaan mitannut diplomityössään oululaisten pyöräilijöiden keskivauhdiksi tasisella maalla 17,7 kilometriä tunnissa ja vauhdin keskihajonnaksi 4,4 kilometriä tunnissa. Alle 10 tai yli 25 kilometrin tuntivauhdit olivat Kauppinen aineistossa melko harvinaisia. (Kauppinen 2015, s. 58) Parkin ja Rotherham (2010) ovat puolestaan tutkineet työmatkapyöräilijöiden keskivauhtia Ison-Britannian Leedsissä ja mittauksen perusteella arvioineet pyöräilijöiden keskivauhdin olevan tasamaalla 21,6 kilometriä tunnissa. El-Geneidyn *et al.* (2007) tekemässä kirjallisuuskatsauksessa esitettyjen keskivauhtien keskiarvo on puolestaan laskentatavasta riippuen 19–20,5 kilometriä tunnissa¹⁰. Voidaan siis sanoa, että pyöräilijöiden keskivauhdille ei ole helppoa antaa yleismaailmallista arvoa – esimerkiksi Leedsissä mitattu keskivauhti on yli kaksinkertainen Zürichin tutkimuksessa laskettuun arvoon nähden.

Pyöräilylle on myös annettu mitoitusnopeudet Liikenneviraston *Jalankulku- ja pyöräilyväylien suunnittelu* -ohjeessa: pyöräilyn pääreiteillä tulisi pääsääntöisesti olla mahdollista ajaa 40 kilometrin tuntivauhtia, aluereiteillä 30 kilometrin tuntivauhtia ja paikallisreiteillä 20 kilometrin tuntivauhtia (Liikennevirasto 2014, s. 76). Edellä kuvatun ohjeen perusteella voidaan sanoa, että mitä merkittävämmästä pyöräilyväylästä on kyse, sitä suurempi pyöräilyvauhti väylällä tulisi mahdollistaa. Tämä olisi syytä pystyä tarpeen mukaan

⁹ Tarkasteltava taso: kantakartta.

¹⁰ Katsauksessa on esitetty 12 lukuarvoa, joista 6 on tulkittavissa ääriarvoiksi ja loput 6 keskivauhdeiksi. Mikäli tarkastellaan vain kuutta keskivauhtia, on niiden keskiarvo noin 20,5 km/h; jos huomioidaan myös esitetyt Allenin mainitsevat ääriarvot 12 km/h ja 20 km/h, on keskiarvo noin 19 km/h.

huomioimaan pyöräilyn mallintamisessakin. On kuitenkin epäselvää, onko väylähierarkialla ja pyöräilyvauhteilla todellisessa liikenteessä selkeää yhteyttä tai yhteyttä ollenkaan – tätä aihetta on ilmeisesti tutkittu erittäin vähän, jos ollenkaan.

Mäkisyys pitäisi huomioida pyöräilyn mallintamisessa tavalla tai toisella. Kauppinen on empiiristen mittausten perusteella arvioinut pyöräilyvauhdin noudattavan ylämäessä funktiota

$$v_{sy} = -1,96 \cdot s + 17,75 \left[\frac{km}{h} \right] \quad (4.1)$$

ja alamäessä funktiota

$$v_{sa} = 1,48 \cdot s + 17,75 \left[\frac{km}{h} \right], \quad (4.2)$$

missä s on mäen pituuskaltevuuden itseisarvo prosentteina ja v pyöräilyvauhti (Kauppinen 2015, s. 58–60). Toisaalta Liikennevirasto on arvioinut, että ”yhden metrin korkeusero 4 % kaltevuudella vastaa 10 metrin – – lisämatkaa tasaisella osuudella” (Liikennevirasto 2014, s. 27).

Liikennevirasto ei kuitenkaan ota kantaa pyöräilijän alamäestä saamaan vauhtihyötyyn. Kauppinen alamäkivauhdin funktiossa 4.2 on oletettavasti ”sisään laskettuna” alamäessä jarruttaminen, sillä esimerkiksi Helsingin kaupungin mittauksissa eräässä alamäessä pyöräilijöiden keskivauhti oli 34 km/h, joka Kauppinen funktiossa vastaisi noin 11 %:n alamäkeä. Helsingin mittauksissa otoskoko oli tosin hyvin pieni, kuudessa kohteessa yhteensä 40 pyöräilijää. (Helsingin kaupunki 2002, Liikennevirasto 2014, s. 28 mukaan). 11 % kaltevuus on huomattava, sillä Liikenneviraston mukaan yli 8 % pituuskaltevuus tulisi sallia vain poikkeustapauksissa ja kaltevuuden suositellaan olevan enintään 5 % (Liikennevirasto 2014, s. 80). Monille tamperelaisille tutussa Lukonojanmäessäkin pituuskaltevuus on kävely- ja pyöräilyväylällä alle 10 % – Tampereen kankakartan mukaan korkeuseroa on 49,1 metriä noin 525 metrin matkalla¹¹ (Tampereen kaupunki 2017c).

Pyöräilyväylien mitoitusnopeudeksi alamäissä on Parkinin ja Rotherhamin (2010) tutkimuksessa suositeltu 35 km/h:ta. Tämä vastaa Kauppinen alamäkivauhdin funktiossa 4.2 noin 11,7 % kaltevuutta, joka edellisessä kappaleessa kuvatuksi on huomattavasti suositeltua jyrkempi. Samalla tämä on kuitenkin matalampi nopeustaso kuin mitä Liikennevirasto (2014, s. 76) suosittelee pääreittien mitoitusnopeudeksi. Parkin ja Rotherham (2010) myös toteavat, että kansainvälisesti pyöräilyväylien mitoitusnopeudet ovat tyypillisesti korkean hierarkiatason väylillä 24–40 km/h välillä ja matalan hierarkiatason väylillä 16–20 km/h välillä; tällöin suomalaiset mitoitusnopeudet olisivat selkeästi vaihteluvälien ylärajoilla.

¹¹ Turtolankadun viereisellä yhdistetyllä pyörätiellä ja jalkakäytävällä osuudella Hepolamminkatu–Yrjöläntien yhdistetty pyörätie ja jalkakäytävä.

Toisaalta jyrkissä ylämäissä pyöräilijän vauhti saattaa laskea kävelyvauhdiksi tai sen allekin ja joissain ylämäissä pyörää on tarpeen taluttaa. Realistiseksi minimivauhdiksi ylämäessä voitaisiin siten arvioida vauhti, jolla pyörää voisi taluttaa rampilla varustetussa portaikossa. Tätä vauhtia voidaan puolestaan estimoida vauhdilla, jolla ihminen kävelee ylös pitkää portaikkoa. Kretzin *et al.* (2008) tekemissä mittauksissa kävelyvauhti ylöspäin portaissa, joissa ei ole ruuhkaa, oli keskimäärin 0,517 m/s (n. 1,86 km/h) ja mediaaniarvoltaan 0,502 m/s (n. 1,81 km/h); nämä vauhdit on laskettu portaiden suuntaisina eli vinoon. Tutkittujen portaiden nousukulma oli 35,1°, joka vastaa noin 70 prosentin kaltevuutta. (Kretz *et al.* 2008) Fujiyaman ja Tylerin (2010) tutkimuksessa puolestaan 27,3° (n. 52 %) kaltevassa portaikossa yli 65-vuotiaiksi arvioitujen henkilöiden portaiden nousuvauhti oli keskimäärin miehille 0,601 m/s (n. 2,16 km/h) ja naisille 0,475 m/s (1,71 km/h). Tutkimuksesta jäi tosin epäselväksi, olivatko edellä mainitut vauhdit vaakasuuntaisia vai portaiden suuntaisia. Mikäli ne olivat vaakasuuntaisia, niin portaiden suuntaiset vauhdit olivat miehille noin 2,43 km/h ja naisille 1,92 km/h. Nämä arvot saadaan jakamalla vaakasuuntainen vauhti portaiden kaltevuuskulman kosinilla.

Mäkisyyden vaikutusta pyöräilyyn voidaan tarkastella myös energiankulutuksen kautta. Iseki ja Tingstrom (2014) ovat esittäneet energiankulutuksen laskemiseen kaavan

$$W_{ajaja} = (K_A \cdot (v + v_w)^2 + m \cdot g \cdot (s + C_R)) \cdot v, \quad (4.3)$$

missä W_{ajaja} on pyöräilijän energiankulutus, K_A ilmanvastus (arvo 0,245; Wilson 2004, Iseki & Tingstrom 2014 mukaan), v pyöräilijän tavoitevauhti tasaisella ajettaessa, v_w tuulen nopeus (oletuksena 0), m pyöräilijän massa (oletuksena 80 kg), g putoamiskiihtyvyys, s mäen kaltevuus ja C_R polkupyörän renkaan vierintävastus (arvo 0,004; Wilson 2004, Iseki & Tingstrom 2014 mukaan). Putoamiskiihtyvyys vaihtelee paikan ja ajan mukaan siten, että Tampereella sen voidaan arvioida olevan noin 9,82 m/s² (VTT MIKES 2016, s. 16).

Mäkisyyden määrittely on kuitenkin haastavaa viivamaiselle paikkatietoaineistolle, sillä on monia vaihtoehtoisia tapoja laskea mäkisyydelle arvoja. Voidaan esimerkiksi arvioida reitin mäkisyyttä tarkastelemalla reittiä laajemman alueen, kuten kaupunginosan mäkisyyttä (Parkin *et al.* 2008; Winters *et al.* 2010). Yhtä lailla voidaan myös arvioida mäkisyyttä esimerkiksi selvittämällä kunkin paikkatietoaineistoon tallennetun väyläosuuden maksimi- ja minimikorkeudet ja näiden avulla arvioida väyläosuuden korkeuseroja, laskea korkeuserojen ja väylän pituustiedon perusteella väyläosuuden keskimääräinen kaltevuus tai laskea kaltevuuksia siten, että väyläosuudet on jaettu standardimittoihin, esimerkiksi 100 metrin pätkiin (Iseki & Tingstrom 2014; Winters *et al.* 2010). Haasteena onkin tunnistaa, mikä näistä tai tässä mainitsematta jääneistä muista metodeista tuottaisi ”eniten oikean” tuloksen.

Reitinvalinnan näkökulmasta sähköpyörien yleistyminen (mm. YLE 2017) luo mielenkiintoisen tilanteen, sillä sähköavusteisuus voi vähentää ylämäkien aiheuttamia haittavaikutuksia merkittävästi (esim. Gojanovic *et al.* 2011; Murole 2013; Kuntalehti 2016). Tällöin voidaan pitää luonnollisena, että myös yhtälöt 4.1 ja 4.3 lakkaavat olemasta voimassa. Sähköavusteisuuden vaikutusta reitinvalintaan ei kuitenkaan ole vielä analysoitu kirjallisuudessa juuri lainkaan. Käänteistä ilmiötä eli reitinvalinnan vaikutusta sähköpyörien energiankulutukseen on sen sijaan jo tutkittu (Haumann *et al.* 2017).

Teknisesti ottaen olisi toki myös mahdollista ottaa esimerkiksi erilaisia viihtyisyyteen liittyviä tekijöitä mukaan pyöräilyn paikkatietomalleihin. Esimerkiksi Tampereella olisi mahdollista tarkastella pyöräilyväylien sijoittumista melualueisiin nähden ja pyöräilyväylien ympäristöön liittyviä tarkasteluja voitaisiin tehdä esimerkiksi CORINE-paikkatietoaineiston¹², asemakaavojen ja kaupungin katuviheraluetietokannan avulla. Tällöin merkittäväksi haasteeksi muodostuisi kuitenkin laadullisten muuttujien arvottaminen. Lisäksi kuntakohtaisten aineistojen käyttö paikkatietomallin laatimisessa heikentäisi merkittävästi mallin yleiskäyttöisyyttä, sillä mallia ei voitaisi tällöin välttämättä rakentaa samalla tavalla eri paikkakunnille.

Ulkomailla on tehty jonkin verran selvityksiä siitä, millaisilla painokertoimilla väylän ja sen ympäristön eri ominaisuudet vaikuttavat väylän miellyttävyyteen ja koettuun matka-aikaan. Esimerkiksi taulukossa 4.2 on esitetty Lontoossa tehdyssä selvityksessä arvioituja koetun matka-ajan painokertoimia.

Taulukko 4.2. Matka-ajan arvotus eri väylätyypeillä pyöräilijän näkökulmasta Lontoossa (muokattu lähteestä TfL 2012, s. 40, 44¹³)

suuri arvo = miellyttävä väylä	Parametrin arvo	
	Kaikki matkat	Työmatkat
Väylätyyppi		
Ei erillistä pyöräväylää	1	1
Bussikaista	1,40	1,37
Merkitty pyöräkaista	1,67	1,61
Ajoradasta erillinen pyöräväylä	3,17	2,81
Kokoojakatu	1	1
Pääkatu	0,98	0,99
Tonttikatu	1,18	1,17

Edellä esitettyjä parametreja on tarkoitus tulkita siten, että esimerkiksi työmatkoilla yhtä kokoojakadulla ajoradalla pyöräiltyä minuuttia kohti ajettaisiin yhtä mielellään 2,81 minuuttia ajoradasta erillisellä pyöräilyväylällä (TfL 2012, s 44). Tulokset eivät kuitenkaan

¹² Suomen osalta SYKE:n tuottama paikkatietoaineisto, joka kuvaa yleispiirteisesti muun muassa maankäyttöä ja alueiden puustoisuutta. Pohjimmiltaan kyseessä on EU:n laajuinen maanpeitteen seurannan työkalu, jolla voidaan seurata maanpeitteen muutoksia. (SYKE 2016)

¹³ Selvityksen *Mandatory cycle lane* on tulkittu tässä merkityksi pyöräkaistaksi ja *Advisory cycle lane* jätetty huomiotta.

liene sovellettavissa sellaisenaan pyöräilyyn Suomessa ottaen huomioon Lontoon pyöräily- ja yleiset liikenneolosuhteet sekä pyöräilyn matalan kulkutapaosuuden Suomeen nähden.

Kööpenhaminassa tehdyssä tutkimuksessa arvioitiin puolestaan sekä GPS-seurantojen että kyselyiden perusteella, että pyöräilijät olisivat keskimääräisillä noin 5 kilometrin (3,5–7,5 km) matkoilla valmiita ajamaan 1,7–1,8 kilometriä pidemmän matkan päästäkseen ajamaan koko matkan ajoradasta pyöriteitä tai pyöräkaistoja, kuin että koko matka tulisi pyöräillä ajoradalla autojen seassa. Prosentteina tämän voi tulkita siten, että pyöräväylää tai -kaistaa pitkin ajettaisiin noin 23–51 % pidempiä matkoja kuin ajoradalla. Samassa tutkimuksessa arvioitiin myös, että pyöräilijät suostuisivat ajamaan keskimääräisillä matkoilla noin 900 m (12–26 %) pidempää reittiä päästäkseen ajamaan puistoissa ja viheralueilla. (Skov-Petersen *et al.* 2013, s. 47–49)

Myös Kanadan Ottawassa on selvitetty sitä, miten liikenneinfrastruktuuri ja -ympäristö vaikuttavat pyöräilyn koettuihin matka-aikoihin. Selvityksen tuloksena saadut painokertoimet koettuun matka-aikaan vaikuttaville tekijöille on esitetty taulukossa 4.3. (Gupta *et al.* 2014, s. 15–16)

Taulukko 4.3. Koetun matka-ajan painokertoimet Kanadan Ottawassa tehdyssä pyöräilyn mallintamisselvityksessä (muokattu lähteestä Gupta et al. 2014, s. 16)

Väylän ominaisuus	yksikkö	painokerroin
Pyöräkaista (on=1, ei=0)	-	-1,12
Ohjeellinen pyöräilijän sijoittumisen merkintä	-	-0,5
Pyöräkaistan leveys	jalkaa	-0,4
Ajokaistan leveys	jalkaa	-0,0498
Autojen nopeusrajoitus	km/h	0,01375
Oikeanpuoleisimman kaistan liikennemäärä	ajon./h	0,002
Muun kaistan liikennemäärä	ajon./h	0,0004
Kadunvarsipysäköintiä (on=1, ei=0)	-	0,506
Raskaan liikenteen osuus	%	0,034
Tonttiliittymien lukumäärä	kpl	0,019
Päällysteen kunto (erinomainen=0 ... surkea=4)	-	0,05
Liikennevalojen määrä	kpl	0,011

Taulukossa 4.3 esitettyjen painokertoimien avulla voidaan laskea väylän viivekerroin (engl. *Link Delay Factor*, lyh. *LDF*): ensin kerrotaan kunkin taulukon ominaisuuden yksiköiden lukumäärä vastaavalla painokertoimella, sitten lasketaan saatujen ominaisuuskohtaisten painoarvojen summa ja lopuksi lisätään saatu summa lukuun 1, mikäli saadun summan arvo on yli 0.¹⁴ Varsinainen koettu matka-aika saadaan tällöin kertomalla väylän todellinen matka-aika väyläkohtaisella viivekertoimella. (Gupta *et al.* 2014, s. 15–16)

Aiemmissa tutkimuksissa saatujen painokertoimien hyödyntäminen suoraan tässä työssä kehitettävässä paikkatietomallissa on kuitenkin haasteellista, sillä painokertoimia ei voi valikoida useasta eri valmiista mallista tai edes yhdestä valmiista mallista kuin siinä tapauksessa, että painokertoimien taustalla olevat tekijät ovat toisistaan riippumattomia. Toisin sanottuna, mikäli mallissa on käytetty kahta toisistaan edes osin riippuvaista muuttujaa, ovat näiden muuttujien saamat arvot eri kuin mallissa, jossa on käytetty vain yhtä näistä muuttujista.

4.3 Mallintamisen soveltaminen pyöräilyn suunnittelussa

Tässä työssä käytettäviä paikkatietomalleja sovelletaan case-tarkasteluissa yleiskaavatasoiseen, yleispiirteiseen pyöräilyreittien tarkasteluun ja suunnitteluun. Yleisesti ottaenkin voidaan sanoa, että mitä yleispiirteisemmästä liikennemallista on kyse, sitä yleispiirteisempään suunnitteluun malli soveltuu. Toisaalta yleispiirteiset mallit – myös tässä työssä käytettävät mallit – eivät välttämättä sovellu hyvin detaljitason tarkasteluihin tai suunnitteluun, vaikka malleja teknisesti voisikin käyttää myös tällaiseen.

Yksi yleispiirteisen mallintamisen merkittävistä soveltamiskohteista on yleisestikin juuri pyöräilyreittien ja niiden muodostaman verkoston tarkastelu ja suunnittelu. Mallinnuksella voidaan tunnistaa merkittävimpiä pyöräilyväyliä ja pyöräilyverkon yhteyspuutteita sekä arvioida pyöräilymääriä eri väylillä ja alueilla. Malleilla on periaatteessa mahdollista tarkastella minkä tyyppisiä matkoja tahansa lähtötietojen puitteissa. Kaupallisia pyöräilyn liikennemalleja on Suomessa hyödynnetty lähinnä juuri pyöräilyväylien ja -verkkojen suunnittelussa muun muassa pääkaupunkiseudulla, Hyvinkäällä ja Lahdessa. (Hillo & Laine 2013)

Edellä mainitussa pyöräilyn väylä- ja verkkosuunnittelussa paikkatietomallien sovellettavuus on siis hyvin laajaa ja malleja voidaan hyödyntää niin laajoissa kuin pienimuotoisten kohteiden suunnittelutöissä. Tässä työssä paikkatietomallia käytetään Tampereen merkittävimpien nykyisten ja potentiaalisten pyöräilyreittien tunnistamiseen ja laaditaan tältä pohjalta ehdotus Tampereen pyöräilyn runkoreitistöstä. Toisaalta paikkatietomallin

¹⁴ Esimerkki taulukon 4.3 lukuarvoilla: mikäli ajokaista olisi 10 jalkaa leveä, nopeusrajoitus 50 km/h ja oikeanpuoleisimman kaistan liikennemäärä 100 ajoneuvoa tunnissa muiden ominaisuuksien arvojen ollessa nollia, niin ajokaistan painoarvo olisi $10 \cdot -0,0498 = -0,498$, nopeusrajoituksen $50 \cdot 0,01375 = 0,6875$ ja liikennemäärän $100 \cdot 0,0004 = 0,04$. Tällöin ominaisuuskohtaisten painoarvojen summa on $-0,498 + 0,6875 + 0,04 = 0,2295 > 0$, joten lopullinen painokerroin *LDF* väylän matka-ajalle on $LDF = 1 + 0,2295 = 1,2295$.

avulla voitaisiin myös arvioida, millä väylillä olisi suurin tarve pienille pyöräilyn parantamistoimenpiteille, kuten reunakivien madalluksille.

Pyöräilyn liikenne- ja paikkatietomalleja on mahdollista käyttää myös saavutettavuuden arviointiin. Esimerkiksi saavutettavuuteen läheisesti liittyviä pyöräilyn matka-aika-analyysseja on tehty Suomessakin useilla alueilla, kuten Tampereella (Tampereen kaupunki 2014a, s. 18–23), pääkaupunkiseudulla (Jäppinen 2013) ja Lahdessa (Ramboll 2012, s. 20). Tässä työssä paikkatietomallilla arvioidaan Tampereelle suunnitellun uuden aluekeskuksen ja sen palveluiden saavutettavuutta.

Saavutettavuustarkastelujen osalta on hyvä huomioda, että myös yksityisillä yrityksillä voi olla tarve mallintaa saavutettavuutta pyöräillen. Esimerkiksi uuden kauppakeskuksen sijoittumisen suunnittelussa tulisi huomioda pyöräily-yhteydet kauppakeskukseen, sillä sekä huonosti valittu sijainti että puutteet kauppakeskuksen alueen pyöräilyväylissä voivat vähentää pyöräilevien asiakkaiden määrää merkittävästi. (Jokela & Lehtomaa 2012, s. 3, 16–17; Lukkarinen *et al.* 2014, s. 35–42).

Uuden pyöräilyväylän linjausvaihtoehtojen vertailussa voidaan hyödyntää paikkatietomalleja. Mallien avulla voidaan arvioida eri väylävaihtoehtojen ominaisuuksia, erityisesti matka-aikaa. Tällaisessa tarkastelussa mallin tarkkuustaso on kuitenkin syytä ottaa huomioon saatuja tuloksia vertailtaessa.

Pyöräilyn suunnittelussa ei kuitenkaan aina riitä, että voidaan arvioida tai ennustaa pyöräilijöiden reitinvalintaa. Esimerkiksi tarkasteltaessa koulumatkojen pyöräilyä pelkkä nopeimpien pyöräilyreittien tunnistaminen ei välttämättä ole tarkoituksenmukaista, vaan olisi hyvä tarkastella myös pyöräilyreittien turvallisuutta. Tähän voidaan hyödyntää esimerkiksi erillisiä, liikenneturvallisuuteen liittyviä paikkatietoaineistoja, kuten poliisin liikenneonnettomuusaineistoa. (vrt. esim. Lappeenrannan kaupunki & Lappeenrannan pyöräilijät 2016; Ramboll 2017)

5. PYÖRÄILYVERKON MALLINNUSTYÖ KÄYTÄNNÖSSÄ

Edellä tehdyn kirjallisuusselvityksen perusteella saatujen tulosten pohjalta on mahdollista laatia paikkatietomalli, jonka avulla pyöräilyä voidaan tarkastella. Koska työn tavoitteena oli luoda nimenomaan yksinkertainen paikkatietomalli, mallinnuksessa käytettäväksi menetelmäksi valitaan Kauppinen (2015, s. 60) kaltevuuksiin ja ajonopeuksiin perustuvat yhtälöt juuri niiden helpon sovellettavuuden ansiosta. Tätä mallia kutsutaan myöhemmin tässä työssä *Kauppinen malliksi*. Paikkatietomalli soveltuu perinteisellä polkupyörällä liikkumisen mallintamiseen, sähköpyörillä liikkumisen mallintamiseen malli ei sen sijaan tällaisenaan oletettavimmin sovellu.

Liikenneverkon osalta paikkatietomalli pohjautuu Maanmittauslaitoksen maastotietokantaan (Maanmittauslaitos 2017) ja siihen tallennettuihin väyliin. Vaihtoehtoina olisivat olleet Liikenneviraston Digiroad-aineisto, Tampereen kaupungin oma väyläaineisto ja OpenStreetMapin väyläaineisto. Näistä Digiroadiin kuvattu liikenneverkko oli kuitenkin silmämääräisellä tarkastelulla suppeampi kuin maastotietokannan liikenneverkko, Tampereen kaupungin aineistossa väylät eivät työtä aloittaessa muodostaneet yhtenäistä verkkoa eikä mukana ollut naapurikuntien tai ELY-keskusten hallinnoimia väyliä ja OpenStreetMapin liikenneverkko olisi vaatinut monimutkaisempaa esikäsittelyä kuin maastotietokannan liikenneverkko. Tampereen kaupungille on tosin tämän työn ollessa viimeistelyvaiheessa valmistunut pyöräilyväyliä kuvaava paikkatietoaineisto, josta edellä kuvatut puutteet on korjattu (Seimelä 2017).

Maastotietokannan väylissäkin on silti monin paikoin ilmeisiä puutteita erityisesti pyöräteiden jatkeiden kuvauksissa, kuten esimerkiksi kuvasta 5.1 havaitaan. Kuva esittää Tampereen Lielahdenkadun ja Pohtolankadun kiertoliittymää, jossa maastotietokannasta puuttuvat pyörätien jatkeet lähes kokonaan.



Kuva 5.1. Esimerkki Maanmittauslaitoksen väyläaineiston puutteista.

Edellä kuvatusta puutteesta johtuen paikkatietomallissa sallitaan pyöräily ajoradalla myös sellaisilla katu- tai tieosuuksilla, joiden yhteydessä olisi myös ajoradasta erillinen pyöräväylä. Tieliikenneasetuksen (1982/182, liikennemerkit 422–425) mukaan tämä ei yleensä olisi liikenteessä sallittua. Näin toimimalla saadaan kuitenkin kompensoitua pyöräteiden jatkeiden puutteista muutoin aiheutuvia virheitä. Lisäksi ajoratapyöräilyn lähtökohtaisella sallimisella voitaisiin joissain tilanteissa osoittaa nykyisten pyöräteiden puutteellisuutta esimerkiksi paikoissa, joissa pyörätiellä on enemmän korkeuseroja kuin vierisellä ajoradalla.

Maanmittauslaitoksen maastotietokannassa liikenneväylät on kuvattu murtoviivoina. Tietokannan tekstimuotoisessa versiossa (xml-tiedosto) jokaiseen murtoviivan pisteeseen on tallennettu kyseisen pisteen korkeustieto. Näin ollen on mahdollista laskea jokaisen tietokannassa olevan väylän kahden ”mutkapisteen” välinen kaltevuus, jonka perusteella voidaan edelleen laskea ajovauhdit ja -ajat kaikille väyläosuuksille kumpaankin mahdolliseen ajosuuntaan. Koska pisteiden väliset etäisyydet ovat pääosin varsin lyhyitä, voidaan kaltevuustietojen arvioida olevan riittävän tarkkoja tässä työssä tehtäviin tarkasteluihin. Maastotietokannan aineistoissa on myös se hyvä puoli, että esimerkiksi väyliä siltakohtien korkeustiedot ovat pääsääntöisesti oikein. Väyliä korkeustiedot eivät siis pohjautu pelkästään maanpinnan korkeustietoon.

Sen varmistamiseksi, että pyöräilijöitä ei reititetäsi mallissa moottori- tai moottoriliikenneteille, piti maastotietokannan aineistosta kuitenkin poistaa joitakin väyliä ja toisaalta lisätä yksittäisiä korvaavia väyliä. Tämä työvaihe on kuvattu tarkemmin liitteessä D.

Maastotietokannan liikenneverkkoa on muokattu tässä työssä myös siten, että kullekin väyläosuudelle on laskettu sen ajamiseen kuluva aika kumpaankin ajosuuntaan erikseen. Ajoaikojen laskentaa on kuvattu tarkemmin liitteessä A.

Ajoaikojen laskennassa pyöräilijöiden minimivauhdiksi on arvioitu 2 km/h (noin 0,56 m/s) ja maksimivauhdiksi 40 km/h (noin 11,11 m/s). Minimivauhti vastaa tällöin tilannetta, jossa polkupyörää talutettaisiin rampillisessa portaikossa (Kretz *et al.* 2008; Fujiyama & Tyler 2010) ja maksimivauhti on pyöräilyn pääreittien yleinen mitoitusnopeus Suomessa (Liikennevirasto 2014, s. 76). Minimivauhdin arvoja on käytetty tilanteissa, joissa vauhdin laskemiseen käytetyt yhtälöt antavat vauhdiksi minimivauhtia pienemmän arvon ja maksimivauhtia vastaavasti tilanteissa, joissa vauhdin laskentayhtälöt antavat vauhdiksi maksimivauhtia suuremman arvon. Esimerkiksi Kauppinen yhtälöissä 4.1 ja 4.2 ylämäen kaltevuuden s ollessa yli 9,06 % pyöräilijän vauhti muuttuu negatiiviseksi, jolloin tällaisia ylämäkiä sisältäville väylille ei reititysmallissa sijoitettaisi ollenkaan liikennettä, jos minimivauhtia ei olisi.

Laadittava paikkatietomalli ottaa siis huomioon väylien pituuden ja topografian ja nämä vaikuttavat siten myös matkojen reitittämiseen mallissa. Sen sijaan muita reitinvalintaan mahdollisesti vaikuttavia laadullisia muuttujia tai asioita – esimerkiksi liikennevaloja, väylän ympäristön viihtyisyyttä ja väylän pinnoitteen laatua – ei ole kuvattu liikennemalleihin. Perusteluja näille valinnoille on esitetty taulukossa 5.1.

Taulukko 5.1. Perusteluja muuttujien jättämiselle pois mallista

Syy	Esimerkki
Mallinnettavan muuttujan epäsystemaattinen käyttäytyminen	Keskimääräinen odotusaika liikennevaloissa ei ole vakio edes samassa liittymässä eri kellonaikoina
Muuttujan vaikutuksen subjektiivisuus	Kokemus väylän viihtyisyydestä on subjektiivinen ja voi vaikuttaa eri ihmisten käyttäytymiseen eri tavoin
Muuttujan kvalitatiivisuus kvantitatiivisuuden sijaan	Väylän viihtyisyyttä on laadullisena ominaisuutena vaikea mitata numeerisesti ja yhteismitallisesti
Muuttujan arvo tulevaisuudessa on nykytilasta riippumaton	Väylän pinnoitteen nykyinen laatu ei saa vaikuttaa siihen, missä laadukkaimpien väylien tulisi tulevaisuudessa olla

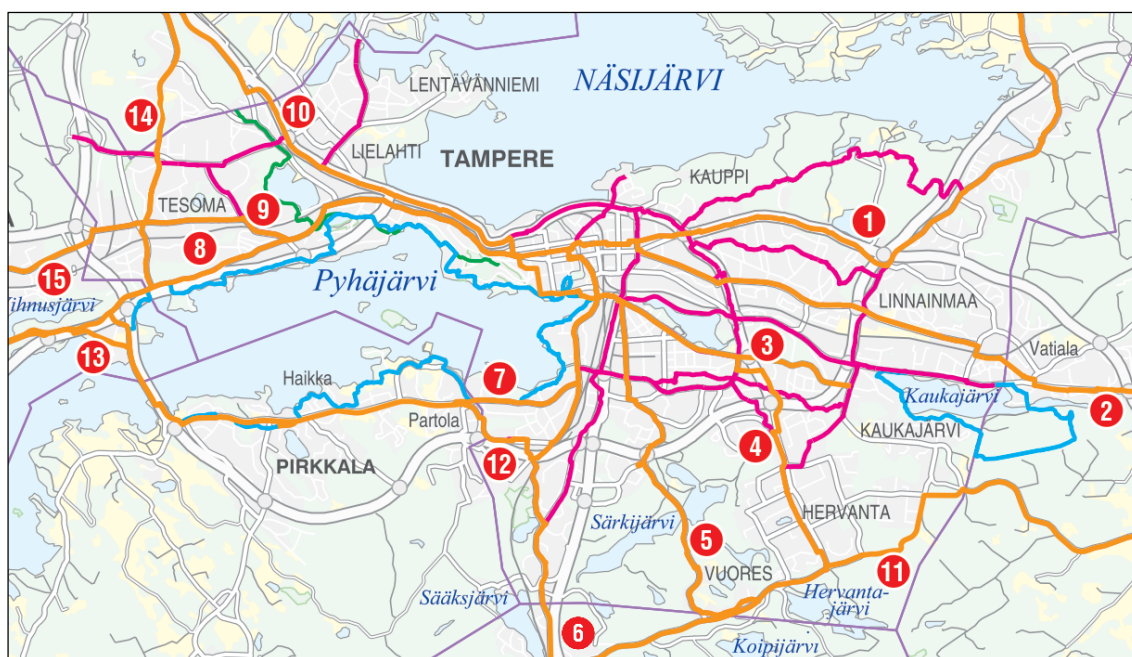
Mallinnettaessa tulevaisuutta on perusteltua, että liikenneverkon nykytilaan liittyviä laadullisia muuttujia ei oteta huomioon. Kun tarkastelu tehdään siten, että pituutta ja mäkiisyyttä lukuun ottamatta kaikkia pyöräväyliä pidetään samanarvoisina, pystytään esimerkiksi mahdolliset nykyisen väylähierarkian ja -verkon puutteet tunnistamaan helposti. Laadullisten muuttujien jääminen pois käytettävästä paikkatietomallista voi kuitenkin aiheuttaa sen, että mallilla ei pystytä kuvaamaan nykyhetken pyöräilyä oikein siitä riippumatta, että laadullisten muuttujien arvon määrittäminen oikein on myös huomattavan vaativaa.

Paikkatietomallin hyödynnettävyyden kannalta on olennaista, että malli on luonteeltaan reitittävä. Tämä tarkoittaa sitä, että malliin kuvattujen väylien tulee olla kytköksissä toisiinsa paikkatieto-ohjelman ymmärtämällä tavalla. Tämän työn case-tarkasteluissa käytettävässä ArcMapin Network Analyst -työkalussa voidaan reitittävyyden osalta määrittää, onko väylältä toiselle siirtyminen mahdollista vain väyliä kuvaavien murtoviivojen päätepisteissä, vai myös murtoviivojen muissa yhteisissä pisteissä. Alun perin tarkoituksena oli sallia siirtyminen väylältä toiselle vain väylien päätepisteissä, mutta tarkasteluja tehtäessä havaittiin, että kaikkia maastotietokannan väylämurtoviivoja ei ole katkottu pisteisiin, joissa todellisuudessa on väylien liittymä. Tästä syystä lopullisessa mallissa väylältä toiselle siirtyminen on sallittu kaikissa kahden tai useamman murtoviivan yhteisissä pisteissä. Tämä valinta aiheuttaa kuitenkin virheriskin, että esimerkiksi yli- ja alikulun risteyskohdassa voisikin mallissa siirtyä väylältä toiselle, vaikka tämä ei todellisuudessa ole mahdollista. Käsien tehdyn tarkastelun perusteella tämä virhetilanne vaikuttaa kuitenkin epätodennäköiseltä maastotietokannan aineistoa käytettäessä.

6. PYÖRÄILYN RUNKOREITISTÖN LAADINTA

6.1 Nykyiset pyöräilyn runkoreitit

Työn tekoaikana, syksystä 2016 alkukesään 2017, Tampereella ja naapurikunnissa oli yhteensä 15 pyöräilyn seudullista runko- eli pääreittiä. Nämä reitit on numeroitu ja suurelta osin myös merkitty maastoon liikennemerkein. Reiteistä 14 kulkee ainakin osittain Tampereen kaupungin alueella. Reiteistä muodostuva pyöräilyn seudullinen pääreitistö on esitetty kuvassa 6.1.



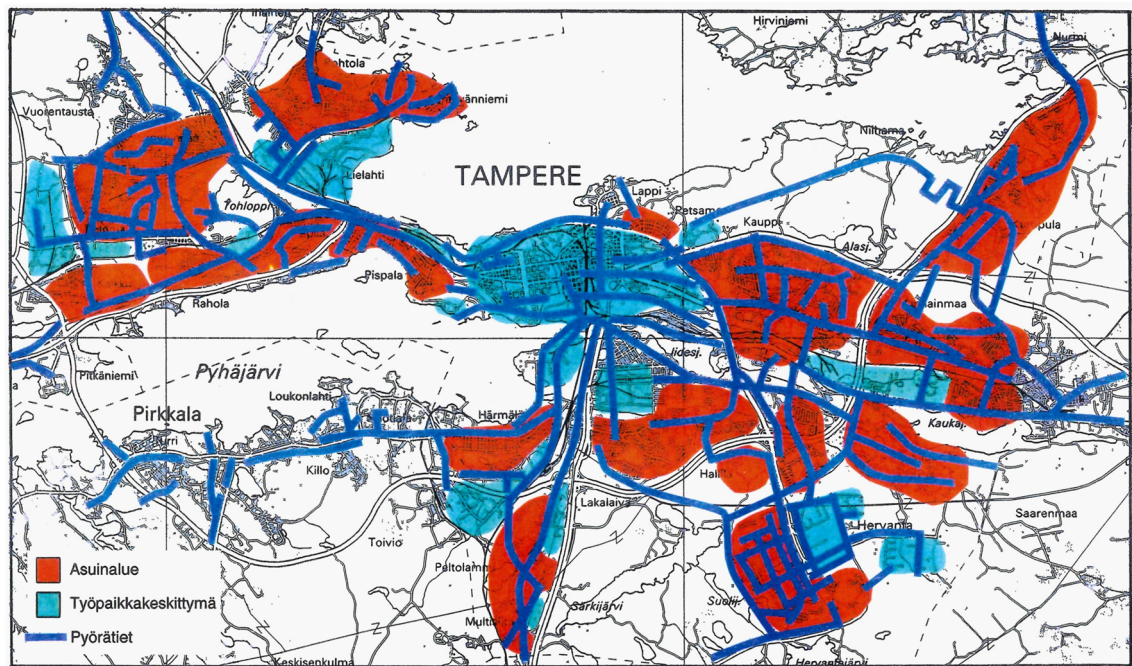
Kuva 6.1. Tampereen seudulliset pääpyöräilyreitit oranssilla ja muut pyöräilyn pääreitit purppuralla (muokattu lähteestä Tampereen kaupunki 2016a)

Edellä kuvattu seudullinen pääreitistö on kehitetty vuosien 2015–2016 aikana aiemmin käytetyn, seitsemästä pyöräilyn pääreitistä koostuneen verkon pohjalta. Aiemmat pyöräilyn pääreitit olivat Tampereen keskusta–Koilliskeskus–Teisko (kuvassa 6.1 reitti 1), keskusta–Sammon valtatie–Kangasala (reitti 2), keskusta–Nekala–Hervanta (reitti 4), keskusta–Rukkamäki–Lempäälä (reitti 6; numero lisätty alkuperäiseen karttakuvaan käsin), keskusta–Härmälä–Pirkkala (reitti 7), keskusta–Villilä–Nokia (reitti 8) ja keskusta–Lielähti–Ylöjärvi (reitti 10). Reittien täsmällisissä linjauksissa on tapahtunut myös joitakin muutoksia viime vuosina. (mm. Tampereen kaupunki 2016a, Metsäpuro 2012)

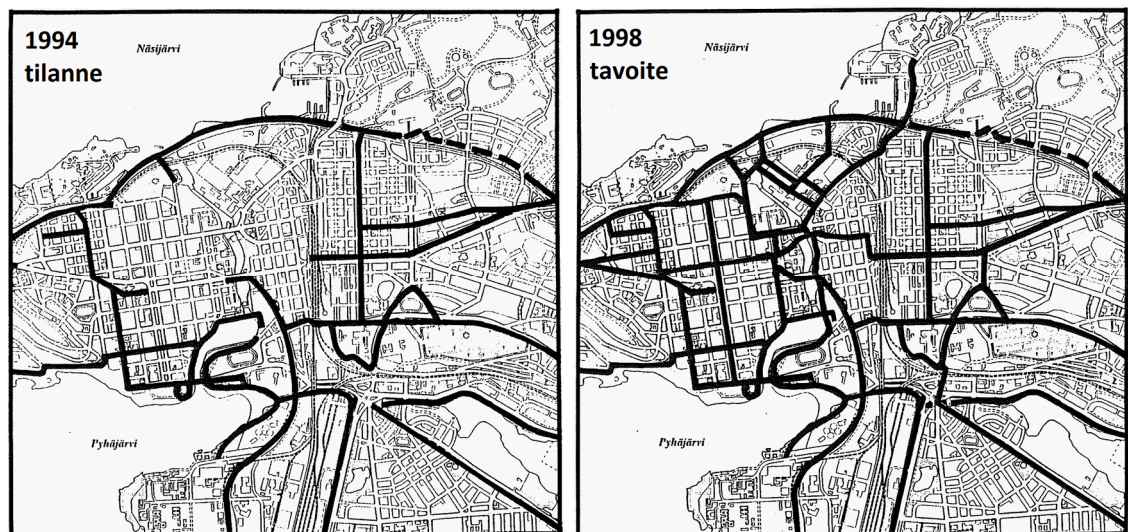
Tätä aiempaa pääreitistöä on tutkittu TTY:n (Tampereen teknillinen yliopisto) Liikenteen tutkimuskeskus Vernen *Pykälä II* -projektissa. Tällöin tutkimuksen kohteena oli, miten hyvin väylät palvelevat työmatkapyöräilyä. Tätä tutkittiin reittikohtaisesti kolmella eri

mittarilla: kuinka paljon asutusta reitin varrella on, kuinka paljon työpaikkoja reitin varrella on ja kuinka mäkinen reitti on. Selvityksessä saavutettavuuden kannalta parhaiksi reiteiksi arvioitiin Tampereen keskustasta Kangasalan ja Pirkkalan suuntiin johtavat reitit ja heikoimmiksi Teiskoon ja Nokialle johtavat reitit. (Metsäpuro 2012)

Tampereen nykyinen pyöräilyn pääreitistö muistuttaa verraten paljon vuoden 1995 pyöräyväyläverkkoa. Tämä havaitaan, kun verrataan kuvaa 6.1 Tampereen koko kantakaupungin alueen pyörätieverkkoon vuodelta 1995, joka on esitetty kuvassa 6.2. Tampereen keskusta-alueen pyörätieverkko vuodelta 1994 sekä sen kehittämissuunnitelmat vuodelle 1998 on puolestaan esitetty kuvassa 6.3.

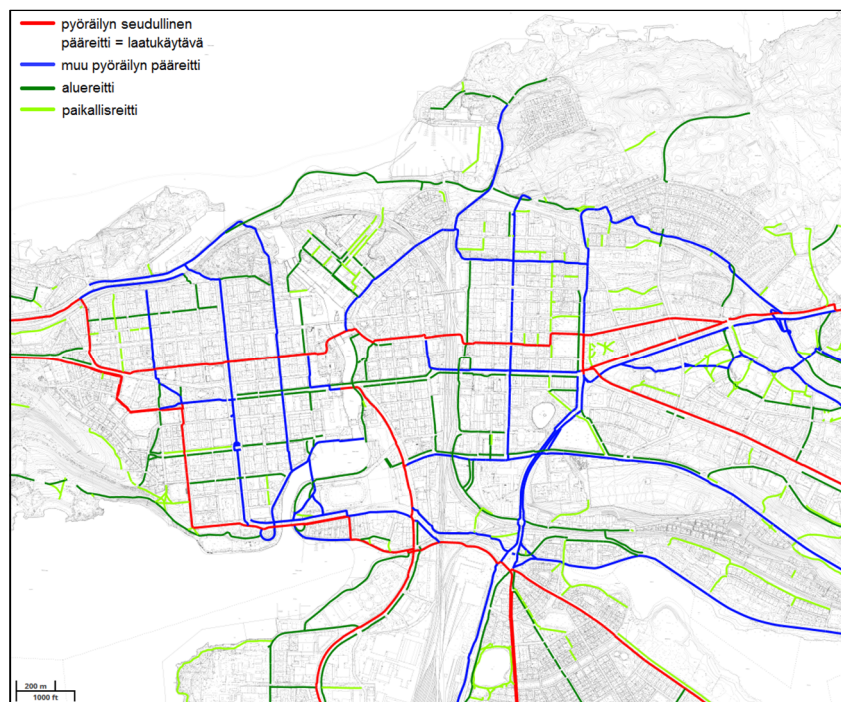


Kuva 6.2. Tampereen pyörätiet vuonna 1995 (Vaismaa 1995, s. 28; luvalla)



Kuva 6.3. Tampereen keskustan pyörätiet 1994 ja niiden kehitystavoitteet vuosille 1994–1998 (muokattu lähteestä Tampereen kaupunki 1994, s. 2–3)

Kuvia vertailemalla havaitaan, että viime vuosikymmenten suurimmat muutokset pyörätieverkossa lienevät tapahtuneet keskustan alueella, jossa vuonna 1995 ei esimerkiksi ollut yhtenäistä itä-länsisuuntaista yhteyttä kuin aivan Pyhäjärven ja Näsijärven rannoilla (Tampereen kaupunki 1994; Vaismaa 1995, s. 26). Keskustan osalta Tampereen nykyinen pyöräilyreitistö muistuttaa kuitenkin vahvasti vuodelle 1998 esitettyä tavoiteverkkoa. Esimerkiksi itä-länsisuuntainen pyörätie Puutarhakadun–Rongankadun reitille on toteutettu suunnitelman mukaisesti. Satakunnansillalle pyörätietä ei kuitenkaan ole toteutettu. Toisaalta lähes ainoat merkittävät pyörätiet, jotka on toteutettu vuoden 1998 tavoiteverkon ulkopuolelta, ovat rautatien alittava ns. Rongan alikulku Rongankadun ja Vellamonkadun välillä, joka otettiin käyttöön kesällä 2012 (Tampereen kaupunki 2012), sekä Ratinan suvannon länsiosassa vuoden 2010 kesällä käyttöön otettu Laukonsilta (Tampereen kaupunki 2010, s. 25). Tampereen keskustan nykyiset pyörätiet on esitetty kuvassa 6.4. Kuvassa punaiset merkityt väylät esittävät seudullisia pääreittejä, jotka ovat myös tärkeimpiä laatukäytäviä. Sinisellä merkityt väylät ovat muita pääreittejä. Aluereitit on merkitty tummanvihreällä ja paikallisreitit – aiemmin lähireitit – vaaleanvihreällä.



Kuva 6.4. Tampereen keskustan pyörätiet lokakuussa 2017 (muokattu lähteestä Tampereen kaupunki 2017c¹⁵)

Seuraavissa alaluvuissa tarkoituksena on paikkatietotarkastelujen perusteella laatia ehdotus pyöräilyn runkoreitistöstä Tampereen ns. kantakaupungin alueelle¹⁶. Vastaavan tapaisia selvityksiä pyöräilyn pääreiteistä ja niiden kehittämisestä on tehty Tampereella jo aiemminkin, esimerkiksi opinnäytetöinä (Vaismaa 1995; Karppinen 2008) sekä konsultitöinä (mm. Tampereen kaupunkiseutu 2012).

¹⁵ Tarkasteltavat tasot: pyörätiet ja kantakartta (kuvakaappaus 6.10.2017).

¹⁶ Kantakaupungin aluerajaus on esitetty muun muassa kuvissa 6.10 ja 7.1.

6.2 Runkoreitistön laadinnan lähtökohdat, oletukset ja rajoitteet

Runkoreitistön laadinnassa tarkoituksena on selvittää, missä tärkeimpien pyöräväylien tulisi Tampereen kantakaupungin alueella sijaita. Laadinnan lähtökohtana on pidetty sitä, että runkoreitistön tulisi täyttää mahdollisimman suuri osa Liikenneviraston *Jalankulku- ja pyöräilyväylien suunnittelu* -ohjeen pyöräilyn verkkosuunnittelua ja reittien sijoittamista koskevista vaatimuksista siltä osin, kun nämä ovat tällaisen yleispiirteisen tarkastelun kannalta relevantteja. Runkoreitistön laadinta voidaan tulkita edellä mainitun ohjeen mukaiseksi *pyöräilyn tavoiteverkon* suunnitteluksi. (Liikennevirasto 2014, s. 35–36) Yleispiirteisen suunnittelun kannalta olennaisiksi arvioitujen suunnittelun vaatimukset on esitetty taulukossa 6.1.

Taulukko 6.1. Pyöräilyn verkkosuunnittelun vaatimuksia Jalankulku- ja pyöräilyväylien suunnittelu -ohjeen mukaan (muokattu lähteestä Liikennevirasto 2014, s. 35, 37)

Vaatus
1. "Verkko on jatkuva"
2. "[Verkon] osilla on selkeä toiminnallinen luokitus"
3. "Ylemmän toiminnallisen luokituksen mukaiset reitit – ovat nopeita ja suorita"
4. "Korkeuseroja vältetään"
5. "Verkko on riittävän tiheä", "[väylien] väli tiheästi rakennetulla alueella 500-1000 m"
6. "Verkon tulee soveltua myös pitkämatkaiselle pyöräliikenteelle"
7. "Reitit ovat helposti hahmotettavia"
8. "Keskustoissa pyöräilijöille tarkoitetut omat reitit sijoitetaan keskeisesti"
9. "Vältetään tasoylityksiä varsinkin vilkkaiden ajoratojen poikki"
10. "Liikennevaloin ohjattuja risteyksiä vältetään"
11. "Pyörätien sijoittelua tien puolelta toiselle vältetään"

Mallinnustarkastelut pohjautuvat Suomen Ympäristökeskus SYKE:n ja Tilastokeskuksen tuottamaan YKR-työmatka-aineistoon (*Yhdyskuntarakenteen seurantajärjestelmä*) vuodelta 2014, joka oli keväällä 2017 tuorein saatavilla ollut versio kyseisestä aineistosta. Aineistosta tutkitaan niitä työmatkoja, jotka vastaavat pituudeltaan tasamaalla pyöräiltyjä alle 5 kilometrin tai alle 10 kilometrin matkoja, ja etsitään näille lyhimmän matka-ajan mukaiset reitit¹⁷. Tutkittavista työmatkoista erityisesti alle 5 kilometrin matkat ovat sellaisia, jotka olisi matkan pituuden puolesta mahdollista pyöräillä kohtuullisessa ajassa. Alle 10 kilometrin matkat puolestaan kattavat matkat useimmista Tampereen lähiöistä keskustaan, joten myös näitä on mielenkiintoista tarkastella, vaikka pyöräilyn kulkutapaosuus onkin Tampereen seudulla 5–10 kilometrin pituisilla matkoilla nykyisellään varsin

¹⁷ Käytännössä siis esimerkiksi Kauppien mallia käytettäessä tarkastellaan alle 5 km matkojen sijaan alle 1014,1 sekuntia kestäviä matkoja, sillä pyöräillessä tasaisella maalla 17,75 km/h tuntivauhdilla 5 km matkaan kuluu aikaa noin 1014,1 sekuntia eli hieman alle 17 minuuttia.

matala, todennäköisesti alle 6 %¹⁸. Tampereella pyöräillen tehtyjen matkojen keskipituus on 2,9 kilometriä. (Kalenoja & Tiikkaja 2013, s. 32–35) Käytännön reititysprosessi Arc-Map-ohjelmistossa on kuvattu liitteessä B.

Tarkasteltuja työmatkoja on rajattu myös siten, että vähintään toisen työmatkan päätepisteistä on pitänyt sijaita Tampereen kaupungin alueella. Tämä helpottaa reititysten tekemistä ja tulkitsemista, vaikka onkin mahdollista, että joillakin Tampereen naapurikuntien välisillä pyörämatkoilla käytettäisiin myös Tampereen pyöräilyväyliä.

Runkoreitistön laadinnassa ei pääsääntöisesti ole huomioitu sitä, miten paljon eri väylillä on tilaa pyöräilijöille tai onko tilaa mahdollista saada lisää. Tarkastelun tavoitteena onkin pystyä kuvaamaan sitä, missä laadukkaille pyöräväylille olisi tarvetta, eikä tarpeeseen vaikuta se, miten helppoa tai haastavaa pyöräilyväylän toteuttaminen tai parantaminen on.

Reitityksissä on muutoin tarkasteltu kaikkia alle 5 tai 10 kilometrin matkoja. Näin ollen tarkastelun kohteena on periaatteessa kunkin väylän maksimipyöräilijämäärä. Vaikka todellisuudessa ei olekaan realistista odottaa, että esimerkiksi kaikki alle 10 kilometrin työmatkat pyöräiltäisiin, voidaan kuitenkin olettaa, että pyöräväylien keskinäisiin merkittävyyssuhteisiin ei vaikuttaisi se, onko pyöräilyn kulkutapaosuus todellisuudessa 1, 10 vai 100 %. Vaihtoehtoinen tarkastelutapa olisi ollut ottaa huomioon pyöräilyn nykyiset kulkutapaosuudet esimerkiksi kaupunginosittain ja käyttää niitä pyöräilymäärien painokerroksina. Maksimipotential tarkastelusta on kuitenkin enemmän hyötyä, kun tavoitteena on nimenomaisesti pyöräilyolosuhteiden kehittäminen.

YKR-aineiston iän vuoksi on syytä huomioida, että aineisto ei kuvaa oikein merkittävien uudisrakennusalueiden tai -kohteiden asukkaiden työmatkoja. Käytännössä tämä näkyy Tampereella esimerkiksi Vuoreksessa: vuoden 2014 lopulla Vuoreksessa oli noin 1300 asukasta, vuoden 2016 marraskuun alussa noin 2650 asukasta ja asukasmäärätavoite vuodelle 2025 on yli 12000 asukasta (Tampereen kaupunki 2016b; Tampereen kaupunki 2015). Vastaavasti myös tulevaisuuden maankäyttösuunnitelmien ja niiden liikenteellisten vaikutusten arviointi on YKR-aineiston perusteella mahdotonta. Nämä aineistolähtökohdat huomioiden on perusteltua, että runkoreitistötarkastelun tavoitevuosi on 2020, sillä pääosan tulevaisuuden suunnitelluista suurista maankäytön muutoksista – Vuoresta, Hervantajärveä ja Ranta-Tampellaa lukuun ottamatta – voidaan arvioida ajoittuvan tätä myöhemmälle ajalle (ks. Tampereen kaupunki 2017a, s. 33–43). Runkoreitistöehdotusta verrataan kuitenkin lopuksi myös näihin tulevaisuuden maankäyttösuunnitelmiin.

¹⁸ Kalenojan ja Tiikkajan (2013, s. 35) mukaan pyöräilyn kulkutapaosuus oli Tampereella 5–7,5 kilometrin matkoilla noin 6 % ja kaikilla yli 7,5 kilometrin matkoilla 3 %.

YKR-aineiston yleispiirteisyyden – ruutukoko 250x250 metriä – vuoksi on myös mahdollista, että tarkastelujen mukaisten optimireittien päätepisteet eivät kuvaudu täysin todellisen maailman määränpäitä vastaaviin sijainteihin. Tällä ei kuitenkaan lähtökohtaisesti ole vaikutusta reitityksen toimintaan etäämmällä päätepisteistä.

Tarkasteluissa ei ole otettu huomioon muita matkoja kuin työmatkoja. Työmatkojen osuus kaikista Tampereen seudulla tehtävistä matkoista oli liikennetutkimuksen 2012 mukaan 21 %. Ostosmatkojen osuus oli hieman suurempi, 22 %, mutta ostosmatkojen määränpäistä ei ole helposti saatavilla olevaa tietoa. Ei voida esimerkiksi sanoa, että ihmiset kävisivät aina lähinnä kotiaan sijaitsevassa kaupassa. Määränpäättietojen puute koskee myös huvi- ja harrastusmatkoja, joiden osuus kaikista matkoista oli 14 %. Koulu- tai opiskelumatkoja oli puolestaan 11 % kaikista matkoista. Niitäkään ei ole otettu mukaan tarkasteluun. (Kalenoja & Tiikkaja 2013, s. 19)

Toisaalta on myös melko yleistä, että työmatkan yhteydessä käydään esimerkiksi kaupassa tai viemässä lapsi päiväkotiin. Tällaisia matkaketjuja ei kuitenkaan ole otettu tässä työssä huomioon, vaan työmatkat oletetaan ajettaviksi ilman välipysähdyksiä.

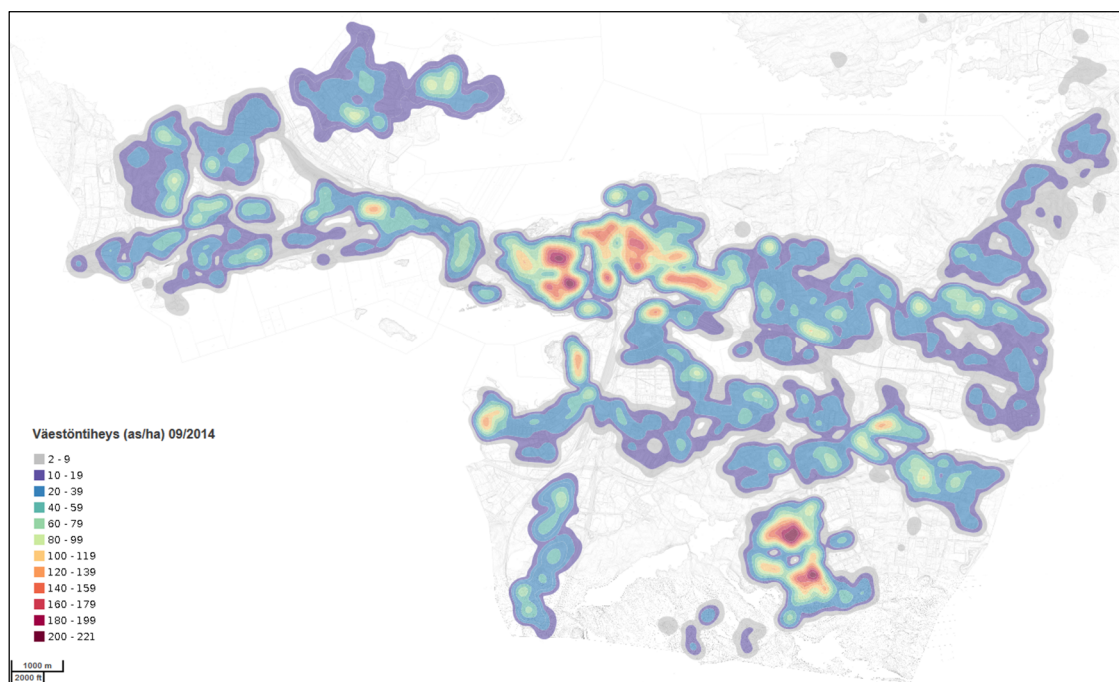
Koska mallinnuksessa on huomioitu vain työmatkat, ei paikkatietomallin toiminnan oikeellisuuden arviointi ole mahdollista. Tampereen kaupungilla on kyllä olemassa tietokanta pyöräilijämääristä yli 250 eri mittauspisteessä (ks. Tampereen kaupunki 2017c¹⁹), mutta tietokannan pyöräilijämäärät sisältävät luonnollisesti muitakin matkoja kuin työmatkoja. Näin ollen paikkatietomallin ennustama pyöräilypotentiali ja mitatut pyöräilijämäärät eivät ole keskenään vertailukelpoisia, ja vertailukelpoisen muodon aikaansaaaminen edellyttäisi puolestaan monimutkaisten ja virhealttiiden muunnoskerrointen käyttöä.

YKR-työmatka-aineistosta työmatkojen alku- ja määräpaikat oli mahdollista kuvata pisteinä, joiden sijaintitarkkuus on heikoimmillaan noin 175 metriä²⁰. Reitityksissä nämä pisteet kuvattiin liikenneverkolla kutakin pistettä lähimpänä sijainneelle väylälle, kuitenkin korkeintaan 250 metrin päähän tarkasteltavasta pisteestä. Jokaiseen työmatkan alku- ja päätepariin liittyi tieto siitä, moniko henkilö kulkee kyseistä pistepariväliä työmatkanaan. Tämä tieto oli siten mahdollista liittää myös reitityksen tuloksina saatuihin viiva-aineistoihin ja edelleen viivoista muodostettuun ruutuaineistoon.

Pyöräilyn runkoreitistön laadinnan lähtökohtiin kuuluu myös tieto siitä, millä Tampereen alueilla on eniten asutusta tai työpaikkoja. Tarkastelemalla kuvan 6.5 mukaista Tampereen väestötiheysjakautumaa havaitaan, että selkeästi merkittävimmät väestökeskittymät ovat keskusta, sen reuna-alueet kuten Tammela ja Amuri, Kaleva sekä Hervanta. Myös Hyhkyssä, Härmälässä, Hatanpäällä ja Kaukajärvellä on paikallisesti tiivistä asutusta.

¹⁹ Tarkasteltavat tasot: ”Jalankulun ja pyöräilyn liikennemääriä Tampereen seudulla”

²⁰ YKR-ruutuaineistoissa ruutukoko on 250x250 metriä, jolloin ruudun kulmassa olevan pisteen etäisyys ruudun keskipisteeseen on $2^{1/2} \cdot 125 \text{ m} = 176,7 \dots \text{ m} \approx 175 \text{ m}$.



Kuva 6.5. Tampereen väestötiheys syksyllä 2014 (muokattu lähteestä Tampereen kaupunki 2017c²¹)

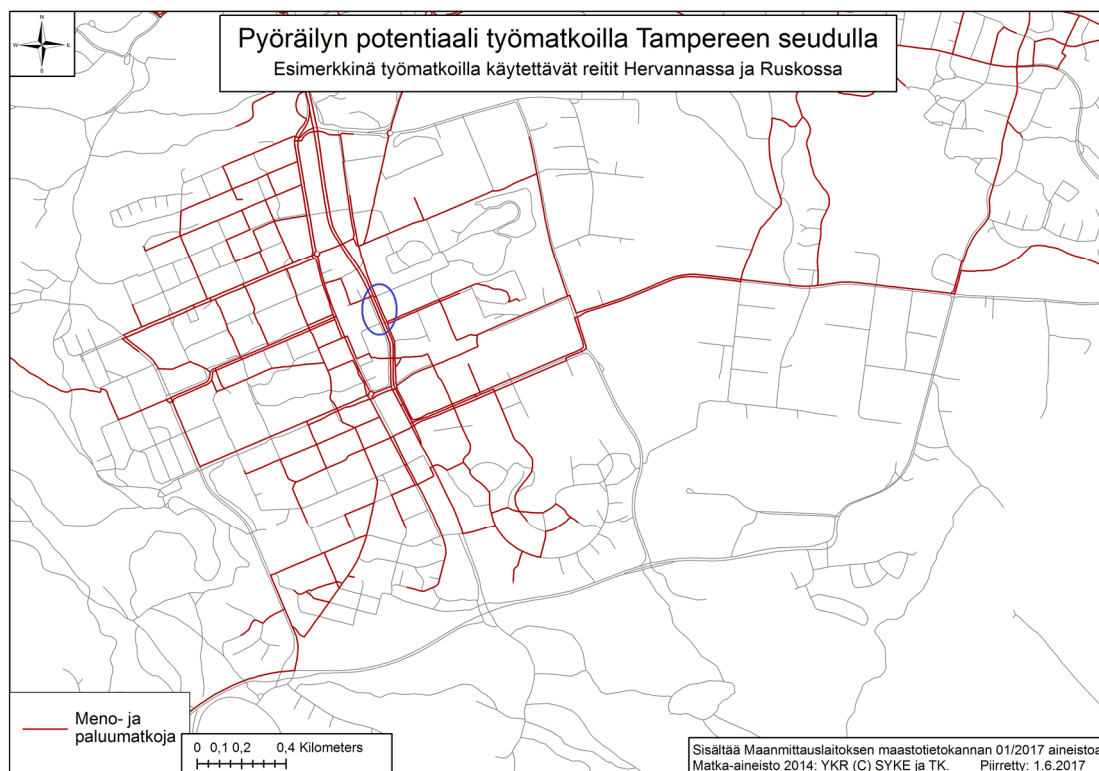
Keskusta ja Hervanta ovat myös työpaikka-alueina merkittäviä. Muita merkittäviä työpaikka-alueita ovat muun muassa TAYS:in alue, Hatanpää ja Nekala sekä teollisuus- ja varastoalueet kuten Myllypuro ja Sarankulma. Sekä työpaikat että asutus ovat kuitenkin sijoittuneet laajasti koko Tampereen kantakaupungin alueelle. (ks. Tampereen kaupunki 2014b, s. 14)

6.3 Pyöräilypotentiaalin havainnollistamisesta

Työmatkapyöräilyn potentiaalisesti merkittävimpiä reittejä etsittiin Kauppisen menetelmää käyttäen. Tällöin työmatkojen reitinvalintaan vaikuttava muuttuja (ArcGisin Network Analyst -työkalussa *Impedance*) on matka-aika, eli pyöräilijä valitsee työmatkalleen sen reitin, jonka hän ajaa kaikkein nopeimmin. Reititykset tehtiin erikseen suunnissa ko-toa työpaikalle ja työpaikalta kotiin, sillä mäkisyyden huomioivassa reititysmallissa on mahdollista, että optimaalinen reitti meno- ja paluumatkoilla on eri.

Reitityksen tuloksena saatiin viiva-aineistot, joissa on kuvattu Kauppisen mallin mukainen optimaalinen reitti kullekin työmatkalle meno- ja paluusuunnissa. Viiva-aineistoihin liitettiin aiemmin kuvatusti tieto siitä, montako henkilöä kulkee kutakin kahden YKR-ruudun välistä työmatkaa. Esimerkkikuva viiva-aineistosta on esitetty kuvassa 6.6.

²¹ Tarkasteltavat tasot: väestötiheys (as/ha) 09/2014, kantakartta (kuvakaappaus 4.5.2017)



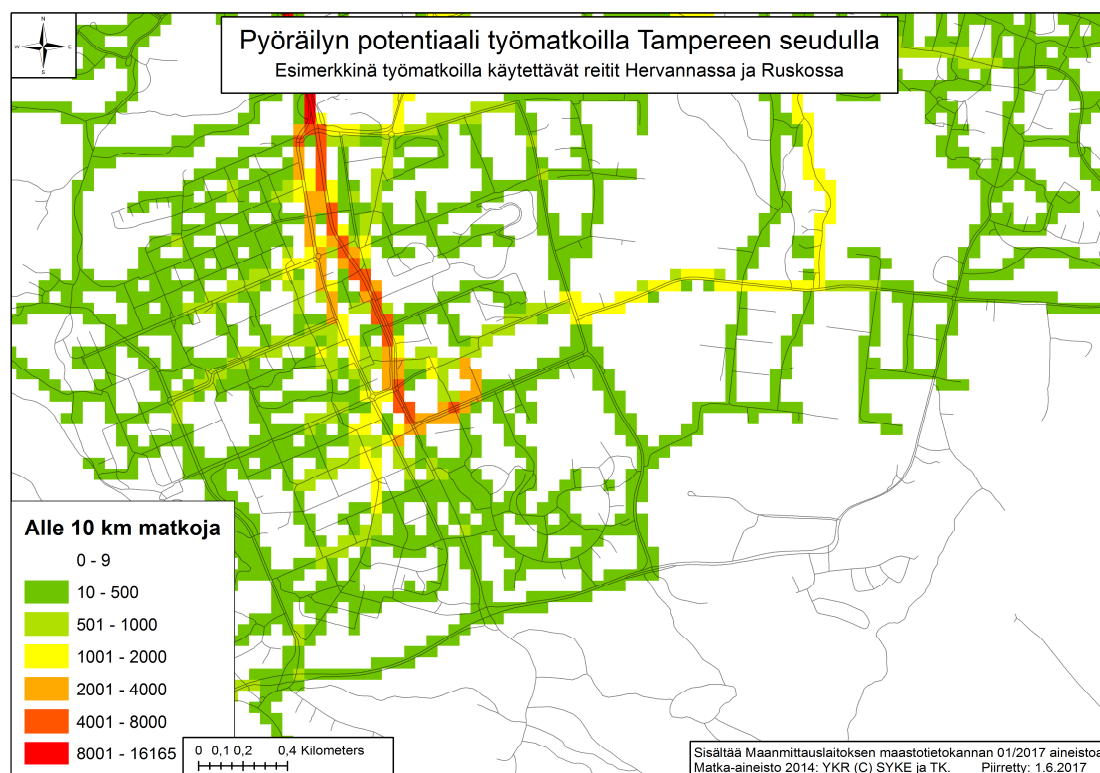
Kuva 6.6. Työmatkapyöräilyn potentiaalisia reittejä Tampereen Hervannassa.

Viiva-aineistoissa ongelmalliseksi muodostuu kuitenkin se, että aineistoista ei ole helposti havainnollistettavissa yksittäisten väyläosuuksien potentiaalisia pyöräilijämääriä. Samasta syystä viiva-aineistoista ei ole myöskään helppo päätellä sitä, mikä on esimerkiksi yksittäisen kadun pyöräilypotentiaali. Koska mallissa ajoradalla pyöräily on lähtökohtaisesti sallittu, voi yksittäisellä kadulla olla kolme tai jopa neljä rinnakkaista väylän osaa, joita kaikkia on voitu käyttää reitityksessä. Näin on esimerkiksi edellisen kuvan sinisellä ellipsillä merkityssä kohdassa, jossa malli sallii pyöräilyn Hervannan valtaväylän molemmilla ajoradoilla sekä kadun molemmilla puolilla olevilla yhdistetyillä pyöräteillä ja jalkakäytävillä.

Edellä kuvatut ongelmat on mahdollista ratkaista käyttämällä pyöräilymäärien havainnollistamiseen ruutupohjaista, rasterimaista esitystapaa. Esimerkiksi ArcMapissa on mahdollista luoda ruutuaineisto, johon voidaan liittää tieto siitä, kuinka moni työmatkoja kuvaavista viivoista kulkee kunkin ruudun kautta. Koska työmatkaviivoissa on myös tieto siitä, kuinka moni henkilö tekee kyseisen työmatkan, saadaan myös ruutuihin tieto siitä, kuinka moni henkilö kulkee työmatkoillaan kunkin ruudun kautta. Työmatkoja kuvaavan viiva-aineiston yhdistäminen ruutuaineistoon on kuvattu tarkemmin liitteessä C. Kuvassa 6.7 on puolestaan esitetty, miten ruutuaineiston käyttö vaikuttaa työmatkojen reittien esittämiseen. Kuva-alue on tässä kuvassa sama kuin kuvassa 6.6.

Kuvasta 6.7 havaitaan esimerkiksi, että Hervannan valtaväylällä olisi Hermiankadun pohjoispuolella merkittävä pyöräilypotentiaali ja että myös muun muassa Insinöörinkadulla ja Kauhakorvenkadun länsipäässä pyöräilypotentiaali on melko korkea. Kuvasta 6.6 näitä

päätelmiä ei ollut mahdollista tehdä. Sen sijaan tästäkään kuvasta ei havaita, että Hervannan valtavyylillä ei nykytilanteessa ole pyöräily-yhteyttä Opiskelijankadun ja Hepolaminkadun liittymien välisellä osuudella, vaan pyöräily edes ajoradalla on itse asiassa ollut nimenomaisesti kielletty kyseisellä katuosuudella. Toisaalta kuva havainnollistaa, että edellä mainitulla liittymävälillä pyöräily-yhteydelle voisi nimenomaisesti olla tarvetta.



Kuva 6.7. Työmatkapyöräilyn potentiaalisia reittejä Hervannassa ruutumuodossa.

6.4 Suurimman pyöräilypotentiaalin väylät nykyverkolla

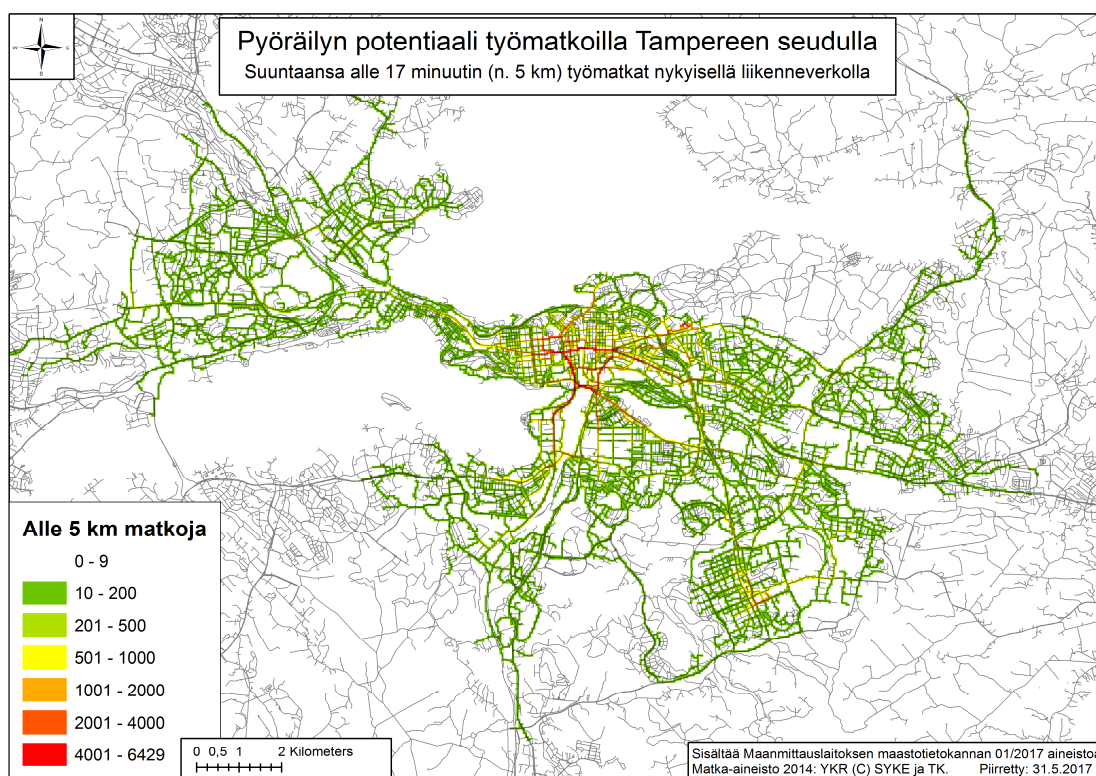
Kauppisen menetelmällä tehdyissä pyöräilyn potentiaalitarkasteluissa tarkastelun yksikönä käytetään sekuntia, sillä reitinvalinta pohjautuu mallissa matka-aikoihin. Tässä mallissa 5 kilometrin matkan pyöräilyyn kuluu tasaisella maalla aikaa noin 1014,1 sekuntia²², joka vastaa karkeasti 17 minuuttia. Karttakuvien laadinnassa on käytetty tämän 1014,1 sekunnin monikertoja.

Tässä työvaiheessa tarkastellaan vain nykyisiä pyöräilyväyliä ja tarkoituksena on nimenomaisesti selvittää, millä nykyisistä väylistä saattaisi olla eniten työmatkapyöräilijöitä. Tulosten pohjalta aluvuossa 6.5 pyritään tunnistamaan nykyisen pyöräilyverkon puutteita ja täydentämään verkkoa tarpeelliseksi arvioituilla väylillä. Täydennetyn väyläverkon pohjalta tehdään uudelleen työmatkapyöräilyn potentiaalitarkastelu aluvuossa 6.6.

²² $5 \text{ km} / 17,75 \text{ km/h} = 0,28169... \text{ h} \approx 1014,1 \text{ s} \approx 17 \text{ min}$

6.4.1 Alle 5 kilometrin työmatkojen tarkastelu nykyverkolla

Työmatkapyöräilyn potentiaalin tarkastelun kannalta mielenkiintoisimpia ovat alle 5 kilometrin mittaiset työmatkat. Näitä vastaavat, keskimäärin alle 1014,1 sekuntia suuntaansa kestävät matkat, on esitetty kuvassa 6.8.^{23, 24} Tällaisia matkoja oli yhteensä 31423 kappaletta²⁵. Kuvasta havaitaan, että lyhyillä työmatkoilla potentiaalisesti käytettäviä pyöräilyväyliä on paljon, mutta useimpien väylien potentiaali on hyvin pieni. Näin ollen kuvaan 6.9 on rajattu ruuduista esitettäväksi vain ne, joiden kautta kulkevien potentiaalisten pyörämatkojen vuorokausimäärä on yli 200. Kuvia tarkasteltaessa on syytä ottaa huomioon, että kussakin ruudussa matkojen lukumäärä kuvaa ruudun läpi kulkevien meno- ja paluumatkojen määrien summaa. Kyseessä ei siis ole ruudun läpi potentiaalisesti pyöräilevien yksittäisten henkilöiden lukumäärä.

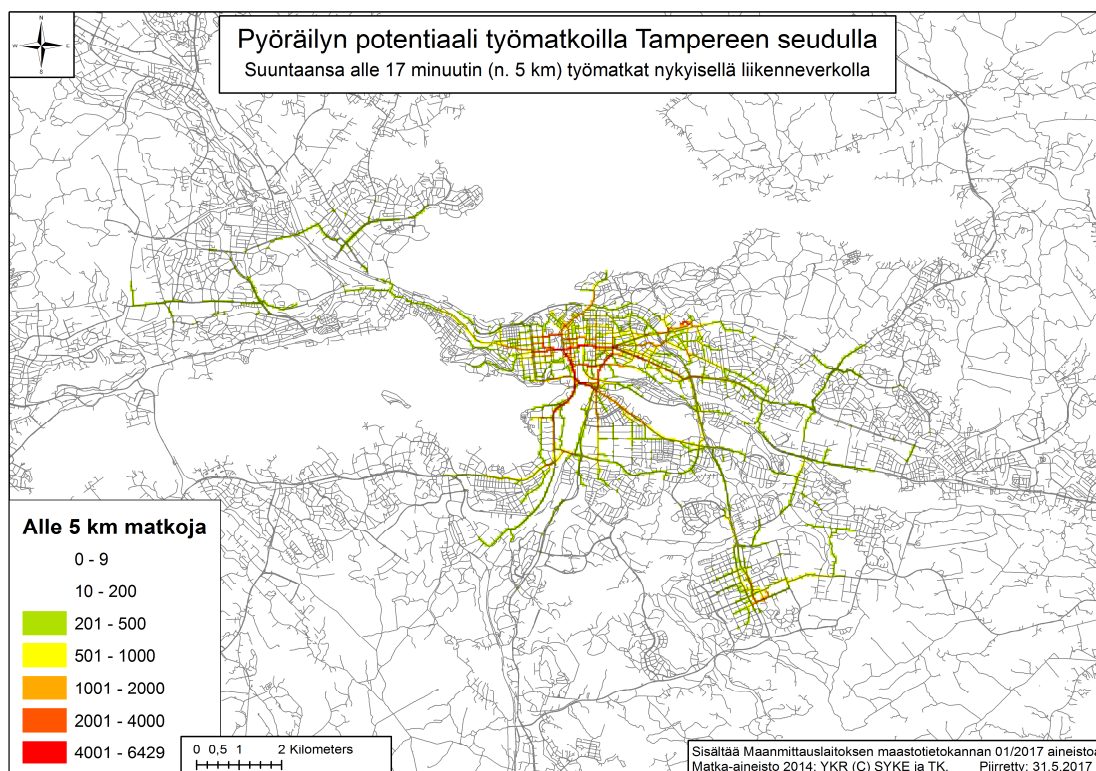


Kuva 6.8. Kauppien mallin mukainen työmatkapyöräilyn potentiaali Tampereella suuntaansa alle noin 5 kilometrin matkoilla.

²³ Ruudut, joiden läpi kulkevien matkojen lukumäärä on enintään 10, on kuitenkin jätetty pois kuvista, jotta yksittäisten henkilöiden tekemiä työmatkoja ei voitaisi tunnistaa aineistosta. Tämä koskee kaikkia muitakin alalukujen 6.4 ja 6.6 karttakuvia.

²⁴ Alle 1014,1 sekuntia suuntaansa kestäville matkoille tarkoitetaan tässä siis niitä työmatkoja, joilla meno- ja paluumatka kestävät yhteensä enintään 2028,2 sekuntia. Myös muut alalukujen 6.4 ja 6.6 matka-aikaperusteiset tarkastelut pohjautuvat meno- ja paluumatka-aikojen keskiarvoihin, vaikka tätä ei olisi erikseen mainittu.

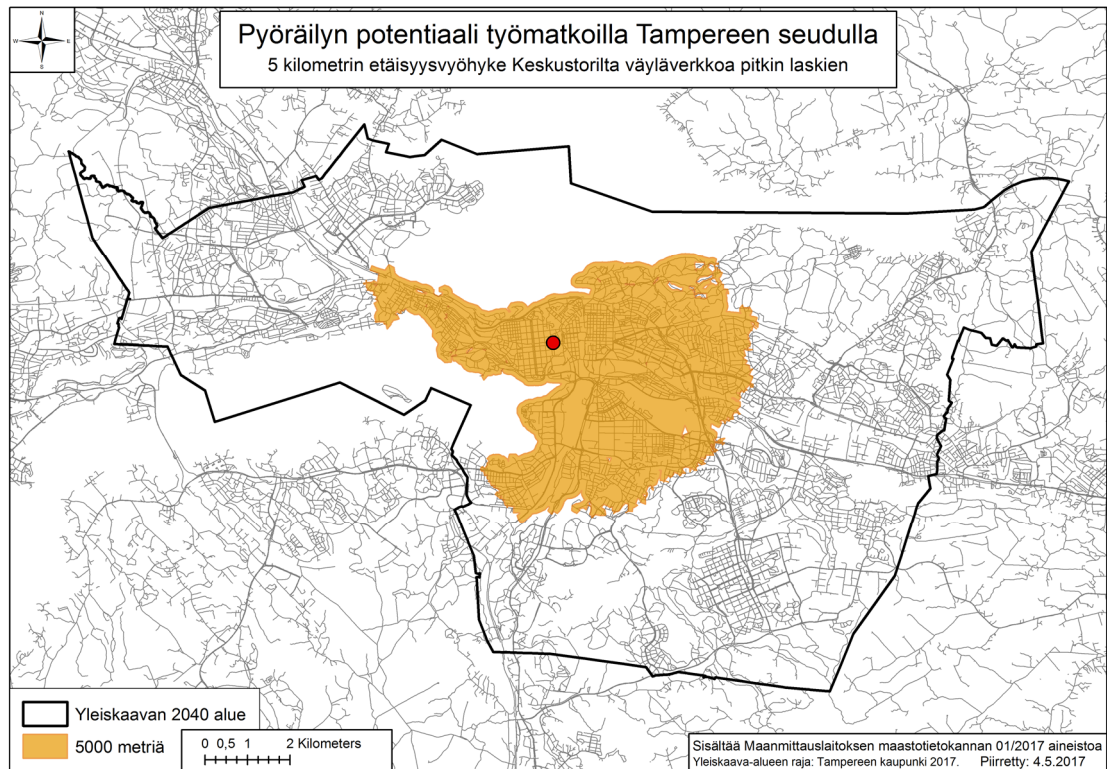
²⁵ Lukumäärä kuvaa meno-paluumatkoja. Mikäli meno- ja paluumatkoja tarkastellaan erikseen, kuten alalukujen 6.4 ja 6.6 kuvissa on tehty, vertailukelpoinen matkamäärä on 62846.



Kuva 6.9. Kauppisen mallin mukainen työmatkapyöräilyn potentiaali Tampereella suuntaansa alle noin 5 kilometrin matkoilla – vähiten tärkeät väylät karsittuna pois.

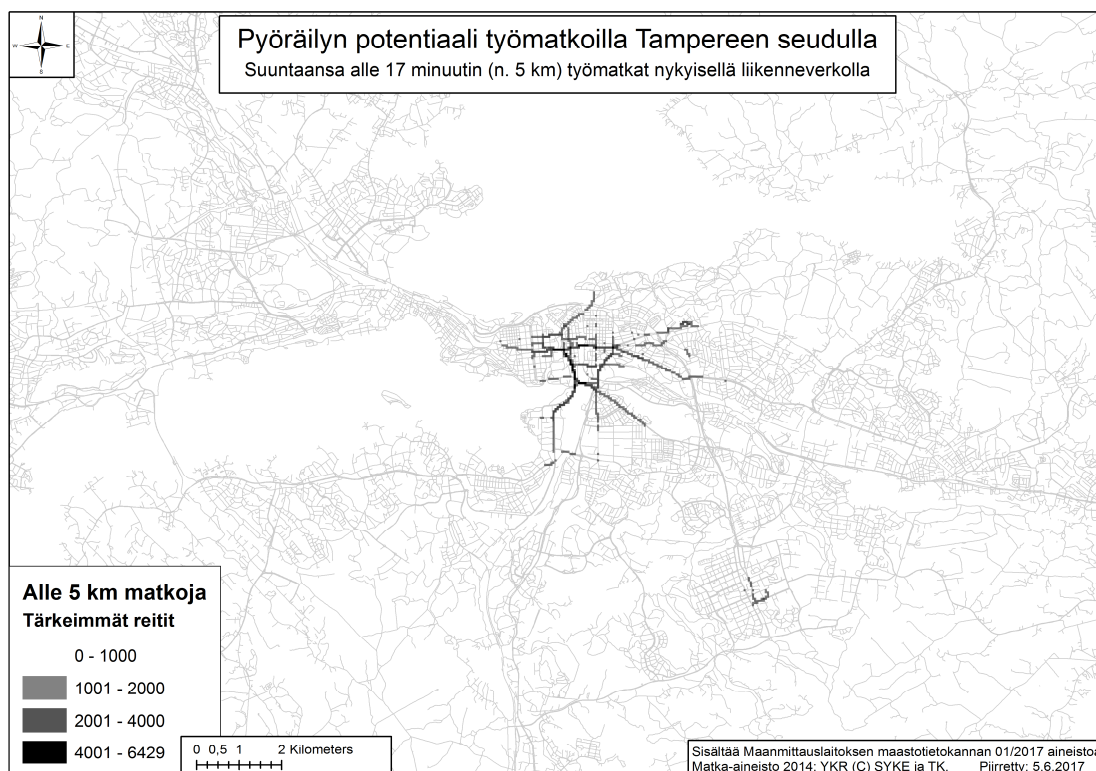
Kuvasta 6.9 havaitaan, että kaikkein korkeimman potentiaalin työmatkapyöräilyväylät sijoittuvat lähinnä Tampereen keskusta-alueelle. Myös joillakin keskustan ja aluekeskusten tai lähiöiden sekä työpaikka-alueiden ja lähiöiden välisillä väylillä on potentiaalia alle noin 5 kilometrin työmatkojen pyöräilyyn, mutta potentiaali jää näillä väylillä kuitenkin pääosin alle 500 yhdensuuntaisen matkaan vuorokaudessa.

Kuvan 6.9 perusteella voidaankin epäillä, että alle 5 kilometrin työmatkojen tarkastelussa ei näy esimerkiksi Tampereen keskustan ja aluekeskusten, kuten Hervannan, välisiä työmatkoja. Erillisen karttatarkastelun perusteella arvio pitää paikkansa – 5 kilometrin etäisyysvyöhyke Keskustorilta pyöräilyväyliä pitkin tarkasteltuna rajoittuu karkeasti ottaen idässä Takahuhtiin ja Jankaan, kaakossa Muotialaan, etelässä Nirvaan ja osin Härmälään ja lännessä Nokian moottoritiehen. Etäisyysvyöhyke on esitetty kuvassa 6.10. Käytännössä seurauksena on, että alle 5 kilometrin työmatkat sijoittuvat pitkälti keskustan ja sen läheisten asuinalueiden välille tai lähiöiden ja niiden lähellä sijaitsevien työpaikka-alueiden tai aluekeskusten välille.



Kuva 6.10. Viiden kilometrin etäisyysvyöhyke Tampereen Keskustorilta laskettuna.

Kun rajataan alle 5 kilometrin työmatkojen pyöräilypotentiaalin tarkastelua edelleen siten, että kartalle piirretään vain ne ruudut, joiden läpi kulkee vuorokaudessa vähintään 1000 potentiaalista yhdensuuntaista pyörämatkaa, havaitaan, että tällaiset ruudut sijoittuvat yksittäisiä poikkeuksia lukuun ottamatta juuri kuvan 6.10 mukaiselle keskustan lähi-alueelle. Tämä merkittävimmän pyöräilypotentiaalin väylien tarkastelu on esitetty kuvassa 6.11.



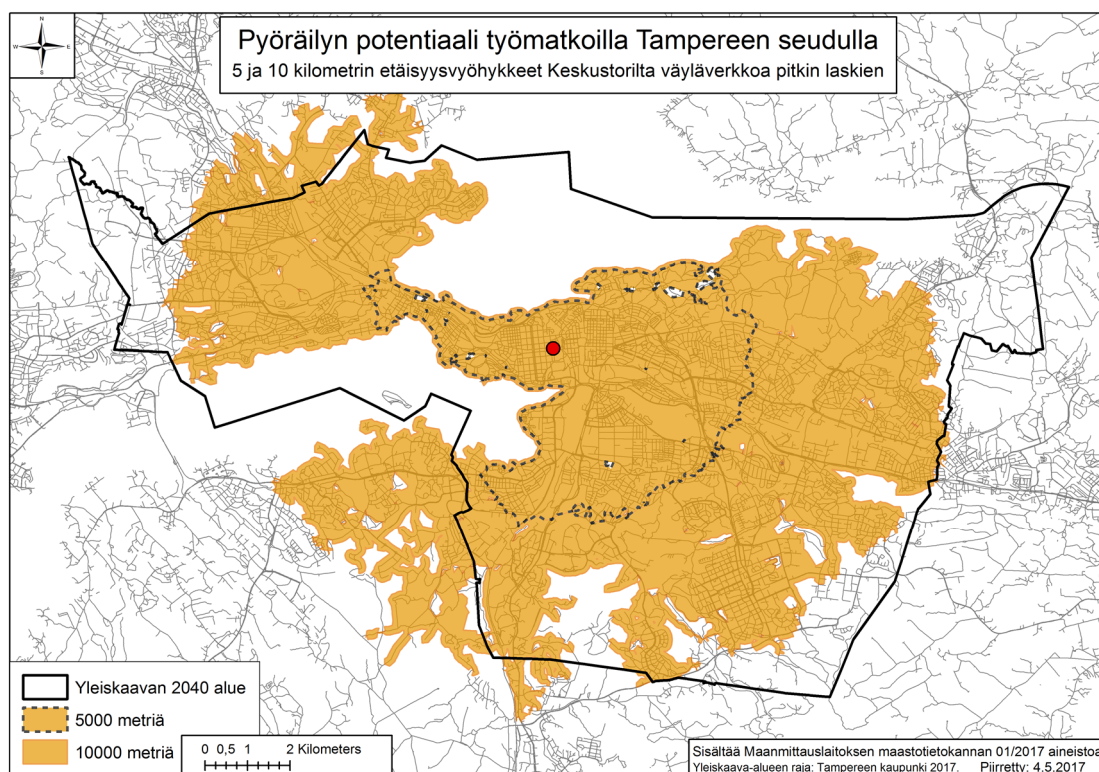
Kuva 6.11. Merkittävimmän potentiaalin pyöräilyväylät alle noin 5 kilometrin pituisilla työmatkoilla.

Suurimman potentiaalin väylinä on kuvasta tunnistettavissa Hämeenkatu, Itsenäisyydenkatu, Hatanpään valtatie, Tampereen valtatie Viinikan liittymän ja linja-autoaseman välillä, Viinikankatu Viinikan liittymästä pohjoiseen sekä Kalevantie ja Vuolteenkatu Hatanpään valtatie ja Viinikankadun välillä. Keskustan sisääntuloväylistä pyöräilypotentiaaliltaan merkittävimpiä ovat tarkastelun mukaan Pirkankatu, Lapintie, puistoyhteys Liisanpuiston läpi, Sammonkatu, Nekalantie, Viinikankatu ja Hatanpään valtatie. Etäällä keskustasta havaitaan, että myös TAYS:n ja Hervannassa sijaitsevan TTY:n lähi-alueilla pyöräilyn potentiaali on korkea, mutta muutoin pyöräilyn potentiaali on alle noin 5 kilometrin matkoilla aluekeskuksissa ja lähiöissä korkeintaan melko pieni.

Keskustan sisäisistä yhteyksistä myös Vellamonkatu–Rongankatu–Satakunnankatu -reitti on tarkastelun mukaan pyöräilypotentiaaliltaan merkittävä. Satakunnankatu on samalla esimerkki väylästä, joka ei pyöräilypotentiaalistaan huolimatta välttämättä sovellu hyvin pyöräilyreitiksi, sillä katu on osoitettu Tampereen keskustan liikenneverkkosuunnitelmassa osaksi keskustan kehäpääkatua ja katu on myös mitoitukseltaan varsin kapea erityisesti Satakunnansillan kohdalla (Tampereen kaupunki 2013, s. 17–18). Muutoinkin YKR-aineiston sijaintitarkkuus on suhteellisesti huonoimmillaan Tampereen keskustan alueen tiiviissä korttelirakenteessa, jonka takia työmatkojen päätepisteet eivät välttämättä keskustassa kuvaudu saman kadun varteen kuin minne työmatka todellisuudessa päättyisi. Tämä aiheuttaa pientä epätarkkuutta myös keskustaan suuntautuvien tai sieltä alkavien matkojen reititykseen.

6.4.2 Alle 10 kilometrin työmatkojen tarkastelu nykyverkolla

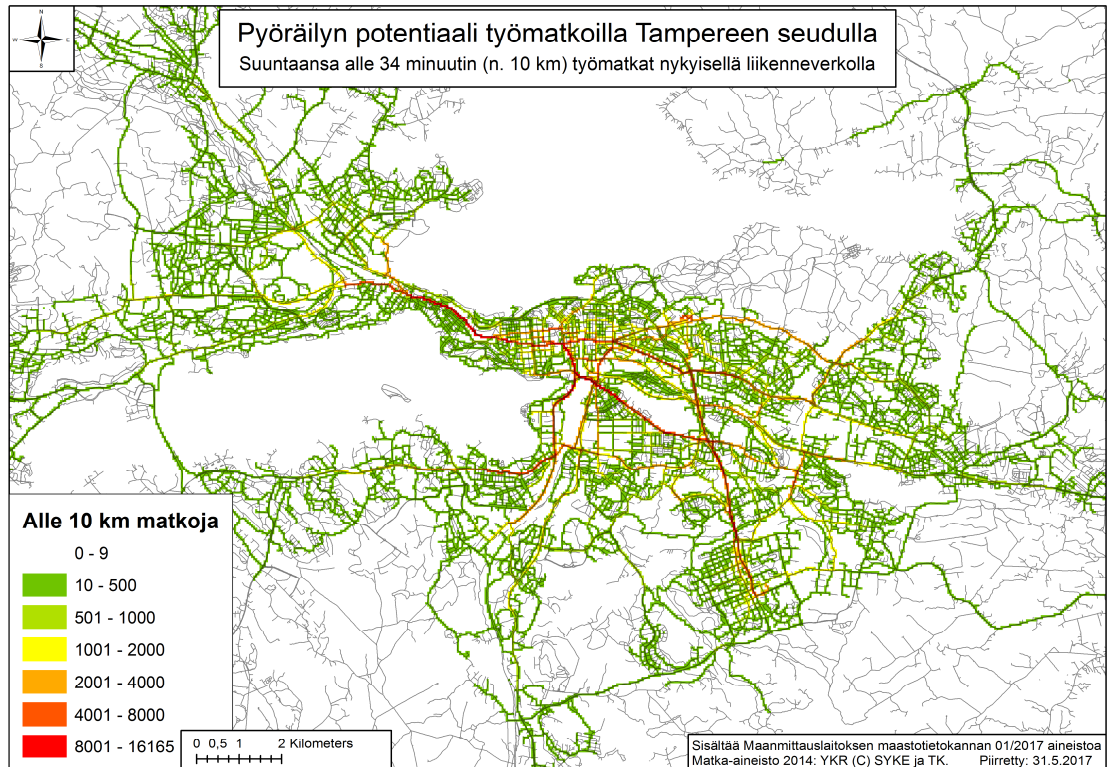
Vastaava tarkastelu tehtiin myös työmatkoille, joiden kesto suuntaansa on keskimäärin alle 2028,2 sekuntia, eli jotka vastaavat alle 10 kilometrin matkoja. Tällaisia matkoja oli yhteensä 60456 kappaletta²⁶, joista 29033 oli siten yli noin 5, mutta alle noin 10 kilometrin matkoja. Kuvasta 6.12 havaitaan, että enintään noin 10 kilometrin pituiset matkat kattavat muun muassa suurimman osan Tampereen keskustan ja lähiöiden välisistä matkoista ja myös esimerkiksi osan Tampereen ja Pirkkalan keskustojen välisistä matkoista.



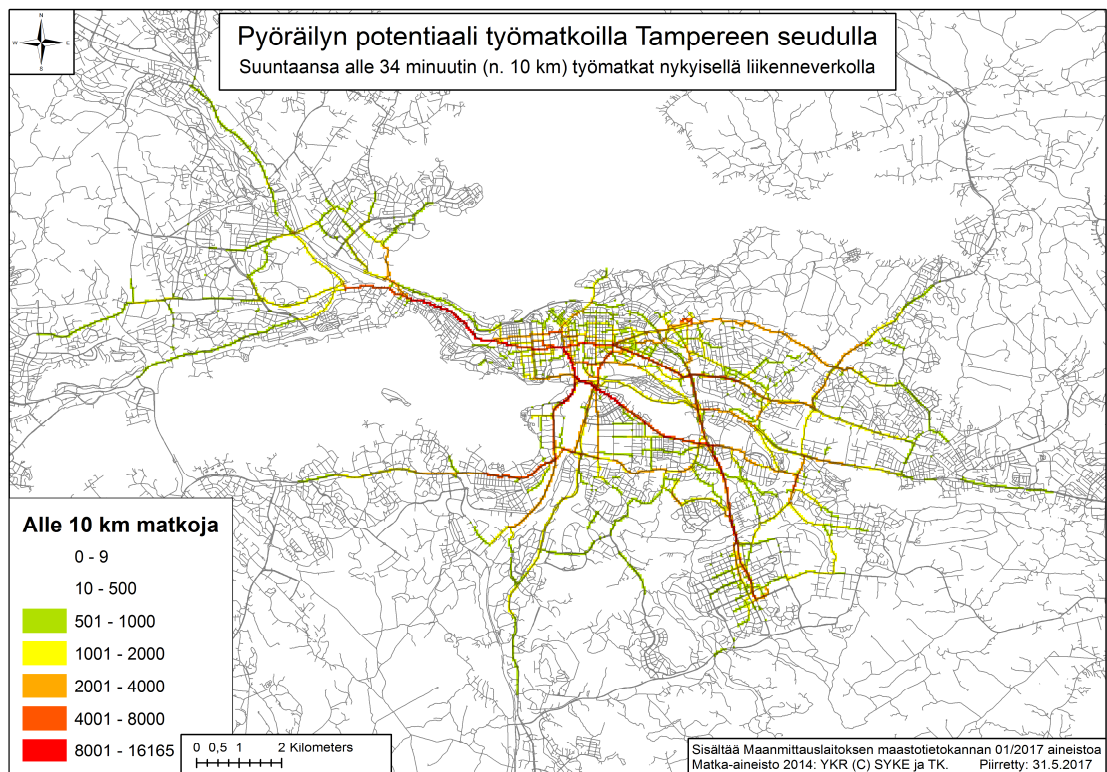
Kuva 6.12. Viiden ja kymmenen kilometrin etäisyysvyöhykkeet Tampereen Keskustorilta laskettuna.

Kuten edellä alle noin 5 kilometrin työmatkoista, myös alle noin 10 kilometrin työmatkoista tehtiin ruutuaineistomuotoiset, pyöräilyn potentiaalia esittävät kuvat. Näistä kuvassa 6.13 on esitetty lähes kaikki alle noin 10 kilometrin työmatkat ja kuvassa 6.14 on esitetty ne ruudut, joiden läpi kulkevien potentiaalisen pyörämatkojen vuorokausimäärä on vähintään 500. Potentiaalisten yksittäisten pyöräilijöiden määrä on tällöin vuorokausitasolla vähintään 250.

²⁶ Kuvien kanssa vertailukelpoinen matkamäärä on siten 120912 (vrt. alaviite ²⁵).



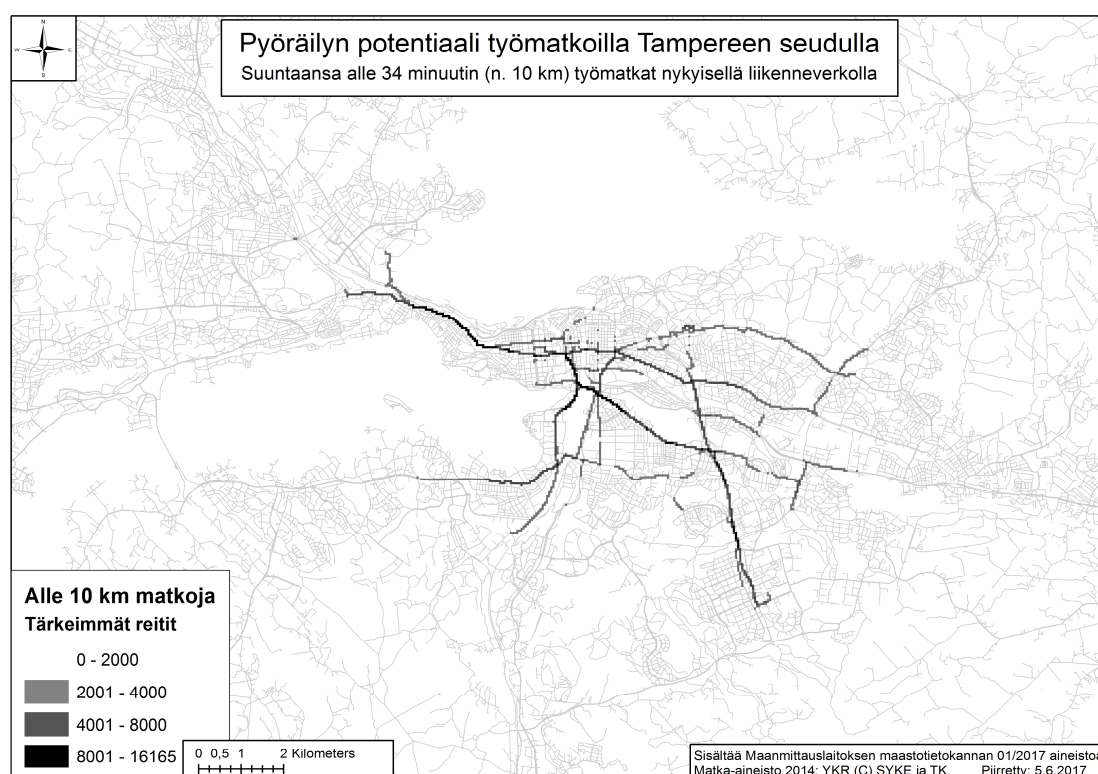
Kuva 6.13. Kauppisen mallin mukainen työmatkapyöräilyn potentiaali Tampereella suuntaansa alle noin 10 kilometrin matkoilla.



Kuva 6.14. Kauppisen mallin mukainen työmatkapyöräilyn potentiaali Tampereella suuntaansa alle noin 10 kilometrin matkoilla – vähiten tärkeät väylät karsittuna pois.

Kuvasta 6.14 havaitaan, että alle noin 10 kilometrin työmatkapyöräilyssä korkean potentiaalin väyliä on myös Tampereen keskustan ulkopuolella: esimerkiksi väylillä keskustasta Epilään ja Hervantaan pitkien työmatkojen pyöräilypotentiaali on korkea. Tarkastelun perusteella korkean potentiaalin pyöräilyväyliä ovatkin väylät keskustan ja useimpien lähiöiden välillä, aluekeskusten tai suurten lähiöiden ja työpaikka-alueiden välillä sekä eri aluekeskusten väliset reitit. Lähiöiden välisillä väylillä työmatkapyöräilyn potentiaali jää kuitenkin pääosin alle 1000 yhdensuuntaiseen matkaan vuorokaudessa.

Korkeimman potentiaalin väylien havainnollistamisen helpottamiseksi piirrettiin vielä kartalle ne ruudut, joiden läpi kulkee vuorokaudessa vähintään 2000 potentiaalista pyörämatkaa. Tämä kartta on esitetty kuvassa 6.15.



Kuva 6.15. Merkittävimmän potentiaalin pyöräilyväylät alle noin 10 kilometrin pituisilla työmatkoilla.

Kuvasta 6.15 havaitaan, että korkean työmatkapyöräilyn potentiaalin väylät ulottuvat nyt selvästi etäämmälle Tampereen keskustasta kuin tarkasteltaessa vain alle noin 5 kilometrin työmatkoja. Keskusta-alueen väylien lisäksi korkean potentiaalin väyliä ovat tarkastelun perusteella muun muassa Pispalan valtatie, Hatanpään valtatie, Sammonkatu, Nekalantie ja Hervannan valtaväylä Sammon valtatieltä etelään.

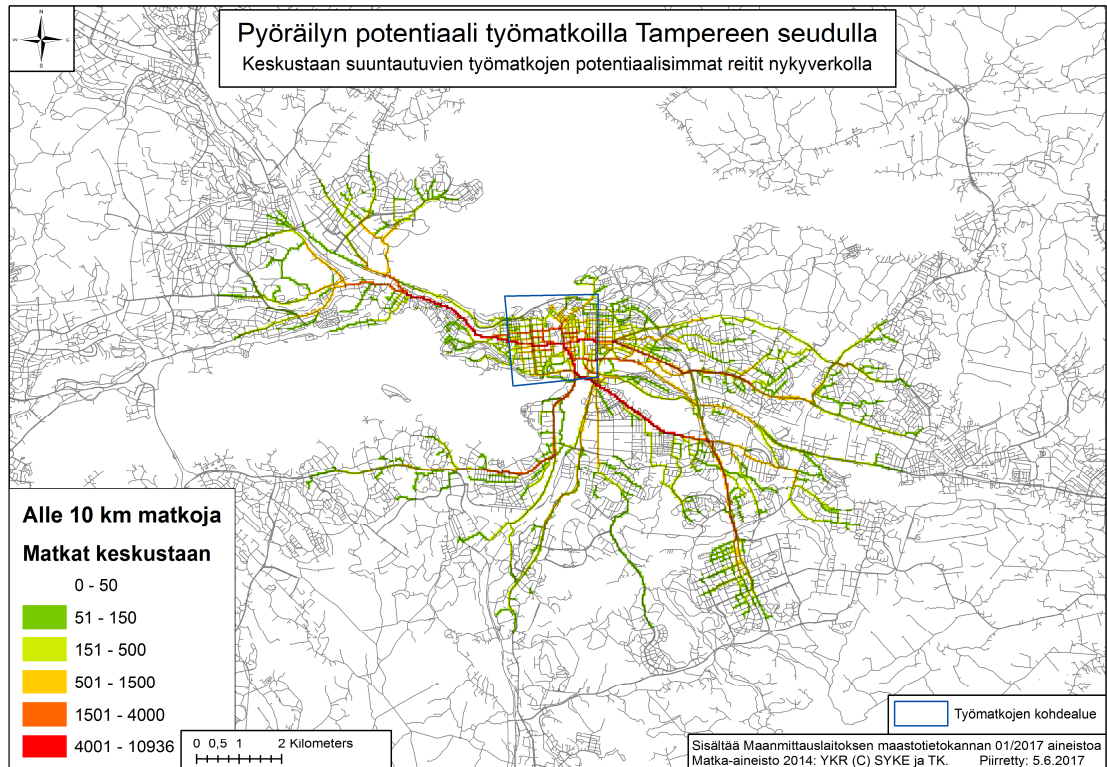
Muita huomionarvoisia, melko korkean potentiaalin väyliä ovat tämän tarkastelun perusteella muun muassa Sammon valtatie Aitolahdentien länsipuolella, Aitolahdentie Atalan kadun eteläpuolella, Sotilaankatu ja Nuijatie, Lempääläntie ja Viinikankatu Lahdenpe-

rätkäkadun pohjoispuolella, Nuolialantie, Sarankulmankatu, Lahdenperänpää ja Hallilantie osittain sekä Juvankatu Yrjöläntieltä pohjoiseen. Sen sijaan korkeimman potentiaalin väylät eivät edes alle noin 10 kilometrin työmatkojen tarkastelun perusteella ylettäisi Teosman, Lielahden tai Peltolammin aluekeskuksiin asti. Tämä saattaisi johtua siitä, että näissä kolmessa aluekeskuksessa ei ole itsessään kovin suurta määrää työpaikkoja tai tiivistä asutusta, jolloin työmatkapyöräilyn reitit hajautuvat luontaisesti useille väylille.

6.4.3 Merkittävimpien työpaikka-alueiden pyöräilypotentiaali nykyverkolla

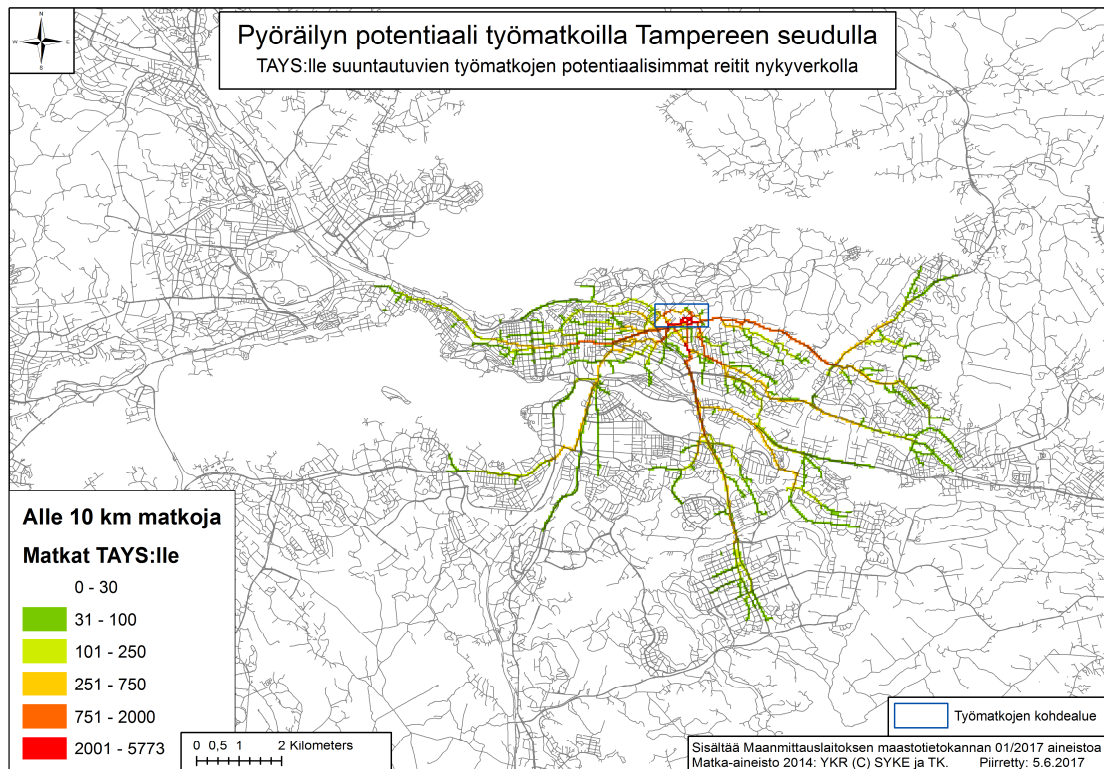
Erillisenä tarkasteltuna tutkittiin vielä Tampereen kolmelle suurimmalle työpaikka-alueelle keskusta, TAYS:n alueelle sekä TTY:n ja Hermian alueelle (Pirkanmaan liitto 2014, s. 24) suuntautuvia työmatkoja. Toisin sanottuna tutkittiin niitä työmatkoja, joilla työpaikka sijaitsee jollain näistä kolmesta alueesta. Tarkasteluun valittiin suuntaansa alle noin 10 kilometrin (2028,2 sekunnin) pituiset työmatkat, muutoin asuinpaikkojen sijaintia ei rajoitettu tarkasteluissa. Tarkastelussa tutkittiin sekä menomatkoja työpaikalle että paluumatkoja työpaikalta.

Keskusta suuntautuvilla työmatkoilla merkittävimmän potentiaalin väylät ovat keskustan sisääntuloväylät samaan tapaan kuin alle 10 kilometrin työmatkoilla kokonaisuutena. Erityisen merkittäviä väyliä ovat tarkastelun perusteella Sammon valtatie ja Sammonkatu, Hervannan valtatie ja Nekalantie, Hatanpään valtatie sekä Pispalan valtatie. Kaikki potentiaalisimmat väylät on esitetty kuvassa 6.16. Kuten aiemmissa kuvissa, myös tässä ja kahdessa seuraavassa kuvassa ruutuun on kuvattu sekä meno- että paluumatkojen määrien kokonaissumma. Keskustan tarkastelualue eli alue, jossa tarkasteltujen työmatkojen työpaikat sijaitsevat, on merkitty kuvaan sinireunaisella nelikulmiolla.



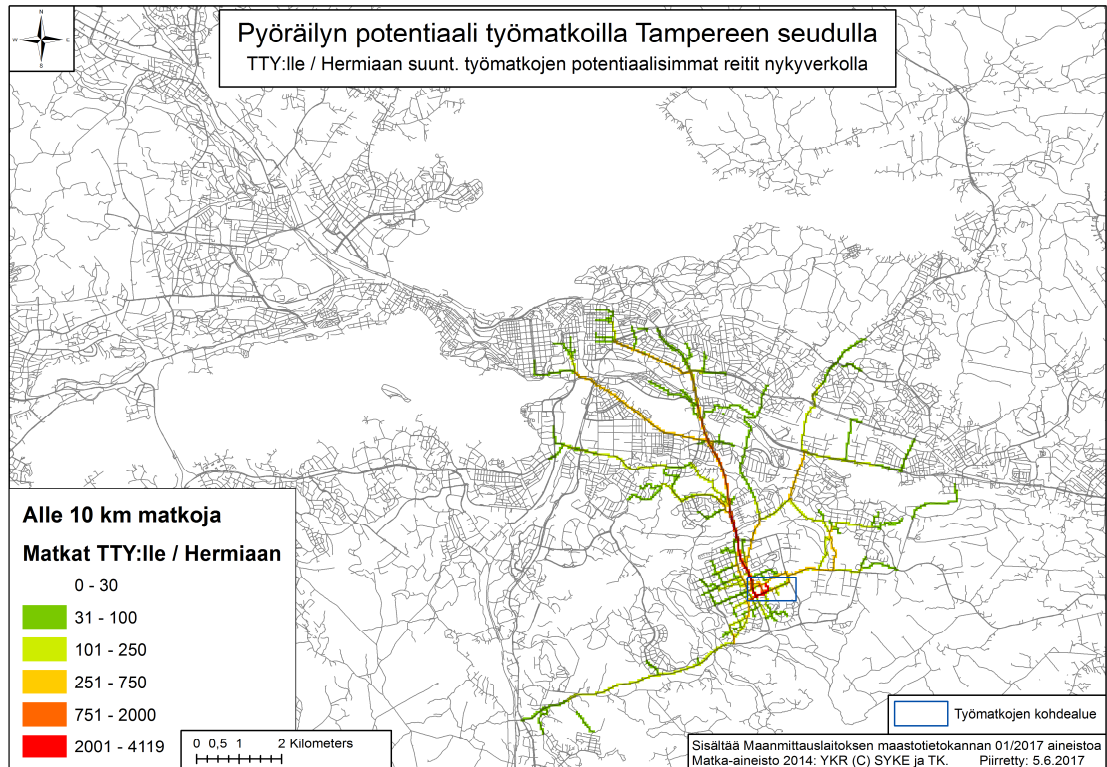
Kuva 6.16. Merkittävimmän potentiaalin pyöräilyväylät alle noin 10 kilometrin pituisilla, keskustaan suuntautuvilla työmatkoilla.

TAYS:lle suuntautuvilla työmatkoilla merkittävimmän potentiaalin väyliä ovat puolestaan Teiskontie Koilliskeskuksen suuntaan sekä Hervannan valtaväylä ja yhteydet sille Kissanmaankadun tai Ahmankadun kautta. Myös muun muassa reitit Pispalaan Sammon aukion ja Hämeenkadun kautta, Härmälään Sammon aukion, Lempääläntien ja Kolmionkadun kautta, Linnainmaan ja Leinolan eteläosiin Takahuhdintien kautta sekä Kaukajärvelle Hervannan valtaväylän, Messukylänsäädun ja Vilusen puistokadun kautta ovat potentiaalisiltaan huomionarvoisia. Potentiaalisimmat työmatkapyöräilyn väylät TAYS:lle ja TAYS:lta on esitetty kuvassa 6.17.



Kuva 6.17. Merkittävimmän potentiaalin pyöräilyreitit alle noin 10 kilometrin pituisilla, TAYS:n alueelle suuntautuvilla työmatkoilla.

TTY:n ja Hermian alueille suuntautuvilla työmatkoilla selkeästi merkittävimmän pyöräilypotentiaalin väylä on Hervannan valtavyylä, jolle saavutaan esimerkiksi Tammelan ja Kalevan suunnasta Sammonkatua pitkin, keskustasta ja Nekalasta Nekalantietä pitkin ja Hatanpään ja Härmälän suunnasta Lahdenperäntatua ja Hallilantietä pitkin. Sen sijaan työmatkapyöräilyn kannalta potentiaalisimmat väylät Hervannan valtavyylän itäpuolisilta alueilta TTY:lle ja Hermiaan ovat mielenkiintoisia. Monille näistä matkoista suoriin reitti kulkisi molempiin suuntiin Turtolankadun ja samalla Lukonojanmäen kautta. Tällä väylällä korkeuserot ovat kuitenkin niin merkittäviä, että reititykseen käytetty algoritmi arvioi esimerkiksi Kaukajärven suunnalta TTY:lle pyöräiltäessä nopeimman reitin kulkevan Hervannan itäpuolitse Annalankadun ja Kauhakorvenkadun kautta. TTY:ltä Kaukajärvelle pyöräiltäisiin Turtolankatua alamäkeen ja edelleen Yrjöläntien kautta Juvankadulle. Sama tilanne on myös muun muassa Härmälän ja TTY:n välisillä työmatkoilla, joilla nopein pyöräilyreitti Hervantaan tullessa kulkisi Hallilantietä Hervannan valtavyylälle Loukkaankadun ja Pehkusuonkadun kautta, mutta Hervannasta poistuttaessa Suutalanraitin ja Korkinmäenkadun kautta. Potentiaalisimmat työmatkapyöräilyn väylät TTY-Hermian alueelle ja alueelta on esitetty kuvassa 6.18.



Kuva 6.18. Merkittävimmän potentiaalin pyöräilyreitit alle noin 10 kilometrin pituisilla, TTY:n ja Hermian alueille suuntautuvilla työmatkoilla.

6.5 Pyöräilyverkon kehittäminen uusilla väylillä

Tässä ja seuraavassa alaluvussa tarkoituksena on selvittää, voidaanko pyöräilypotentiaaliin ja matka-aikoihin vaikuttaa uusia väyliä rakentamalla. Uudet väylät on valikoitu osin Tampereen kantakaupungin yleiskaavan 2040 ja sen selvitysaineistojen pohjalta, osin alaluvussa 6.4 tehtyjen havaintojen perusteella. Osa tarkasteltavista väylistä voi olla sellaisia, että niitä ei ole esimerkiksi teknisistä tai taloudellisista syistä todellisuudessa järkevää toteuttaa. On kuitenkin mielekästä tarkastella ensin väylien teoreettisia hyötyjä, jotta voidaan arvioida, kannattaako väylien tarkempaa suunnittelua aloittaa.

Kantakaupungin yleiskaavassa 2040 on esitetty tai tarkasteltu muutamia täysin uusia pyöräilyreittejä. Nämä väylät on lueteltu taulukossa 6.2.

Taulukko 6.2. Kantakaupungin yleiskaava 2040:ssä tarkastellut väylät

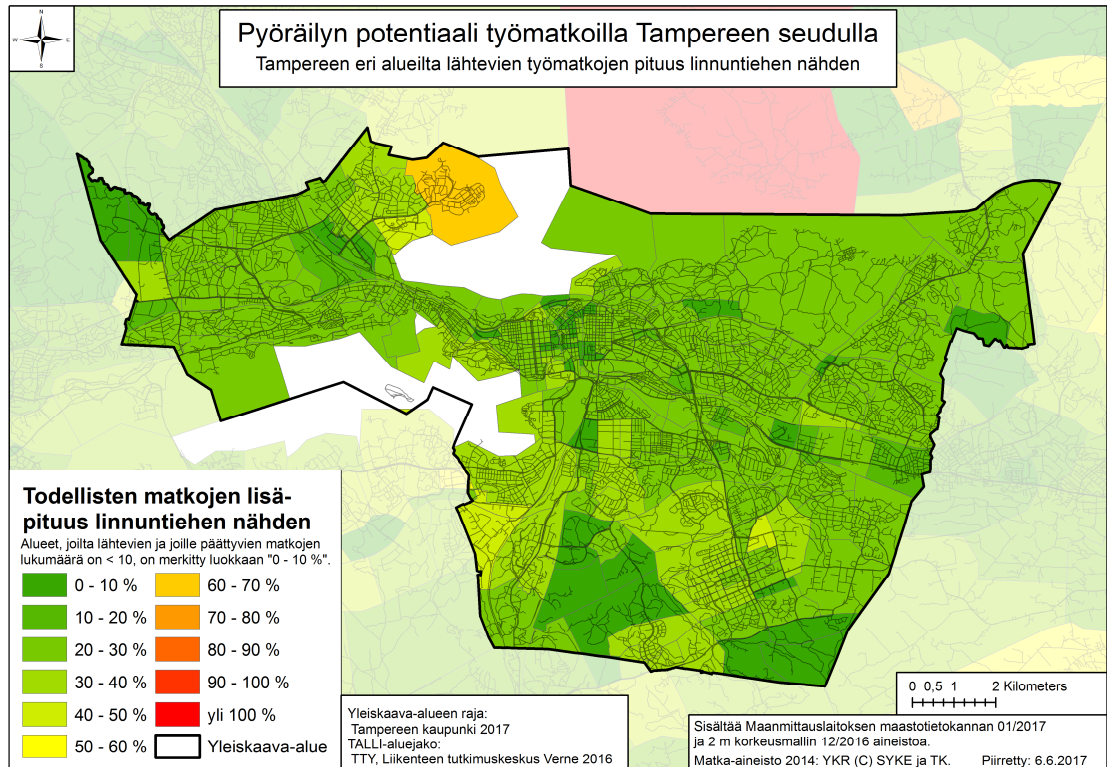
Väylän tunnistekuvassa 6.21	Väylän nimi	Lähde yleiskaava-aineistoissa
1	Yrittäjänkatu	Kartta 1 – yhdyskuntarakenne ²⁷
2	Kuokkamaantien jatke	Viinikka-Rautaharkko rakennetarkastelu ²⁸ , s. 63
3	ratasilta Nekalaan	Viinikka-Rautaharkko rakennetarkastelu, s. 63
4	Energiankatu	Kartta 1 – yhdyskuntarakenne
"Lakalaivan erillistarkastelun väylät"	useita väyliä	Viinikka-Rautaharkko rakennetarkastelu, s. 63, eteläisintä väylää lukuun ottamatta

Yleiskaavassa esitettyjen väylien lisäksi alaluvussa 6.6 tarkastellaan myös muun muassa, millaisia vaikutuksia pyöräilyn potentiaaliin olisi, jos rautateiden varsille toteutettaisiin pyöräily-yhteydet reiteillä Amurista Tesomalle sekä keskustasta rautatieasemalta Ranta-perkiön eteläosaan. Esimerkiksi Helsingissä on suunniteltu ja osin toteutettukin pyöräilyn pääreittejä, *baanoja*, nykyisiin ja entisiin ratakäytäviin ja saatu näistä myönteisiä kokemuksia (Helsingin kaupunki 2017).

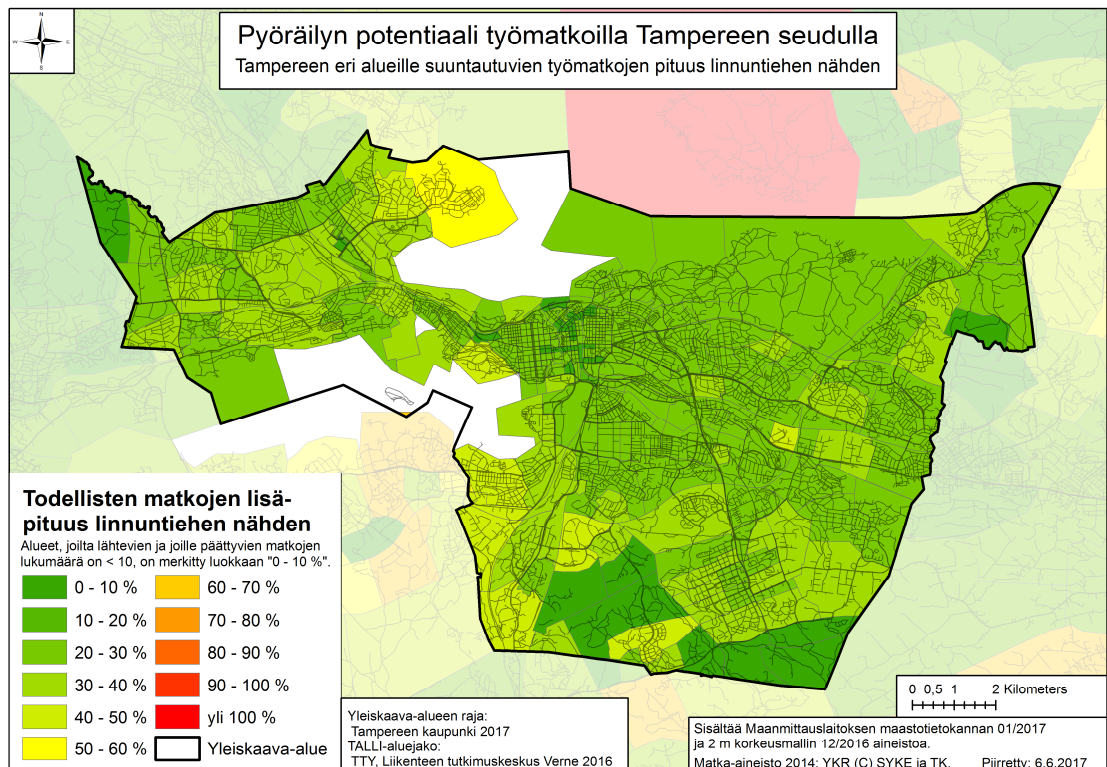
Mahdollisten muiden väylätarpeiden tunnistamiseksi tarkasteltiin, ovatko pyöräily-yhteydet joiltakin Tampereen asuinalueilta tai Tampereen työpaikka-alueille erityisen mutkittelevia tai hitaita lyhimpiin mahdollisiin reitteihin nähden. Tarkastelu tehtiin siten, että verrattiin kunkin meno-paluumatkan pituutta pyöräilyväyliä pitkin saman matkan pituuteen linnuntietä mitattuna. Nämä työmatkakohtaiset tiedot yhdistettiin matkojen alku- ja päätepisteisiin, jotka yhdistettiin edelleen Tampereen seudun TALLI 2015 -liikennemallissa (TTY 2016) käytettyyn aluejakoon. Tarkastelun perusteella muutamilta asuinalueilta, erityisesti Lentävänniemestä, Niemenrannasta ja Niemen alueelta sekä Härmälästä lähtevät matkat ovat mutkittelevia linnuntiereitteihin nähden, mutta näiden kaikkien osalta mutkittelevuuden pääsy on alueiden sijainti järvien vieressä. Työpaikka-alueille suuntautuvista matkoista puolestaan Härmälän, Multisillan, Lakalaivan ja Lahdesjärven alueille päättyvät matkat olivat tavanomaista mutkittelevampia. Näidenkin alueiden osalta mutkittelevuutta aiheuttavat alueita ympäröivät vesistöt ja muut estevaikutusta luovat kohteet, kuten moottoritiet ja rautatie. Ainoana selkeänä väyläyhteystarpeena tunnistettiin kuitenkin vain yhteys Hervannan ja Lahdesjärven alueiden välille, tämäkin tarkemman, käsin tehdyn tarkastelun jälkeen. Yhteystarpeen täyttävistä potentiaalisista väylälinjauksista alaluvussa 6.6 tarkasteltavaksi valikoitui yhteys Hervannan Opinpolun länsipään ja Vuoreksen puistokadun Särkijärven ylittävän sillan eteläpään välillä. Työmatkojen mutkaisuusanalyysi on esitetty eri Tampereen alueilta lähtevien matkojen osalta kuvassa 6.19 ja alueille suuntautuvien matkojen osalta kuvassa 6.20.

²⁷ Tampereen kaupunki 2017d

²⁸ Tampereen kaupunki 2016c



Kuva 6.19. Työmatkareittien mutkaisuusanalyysi eri alueilta lähteville matkoille.



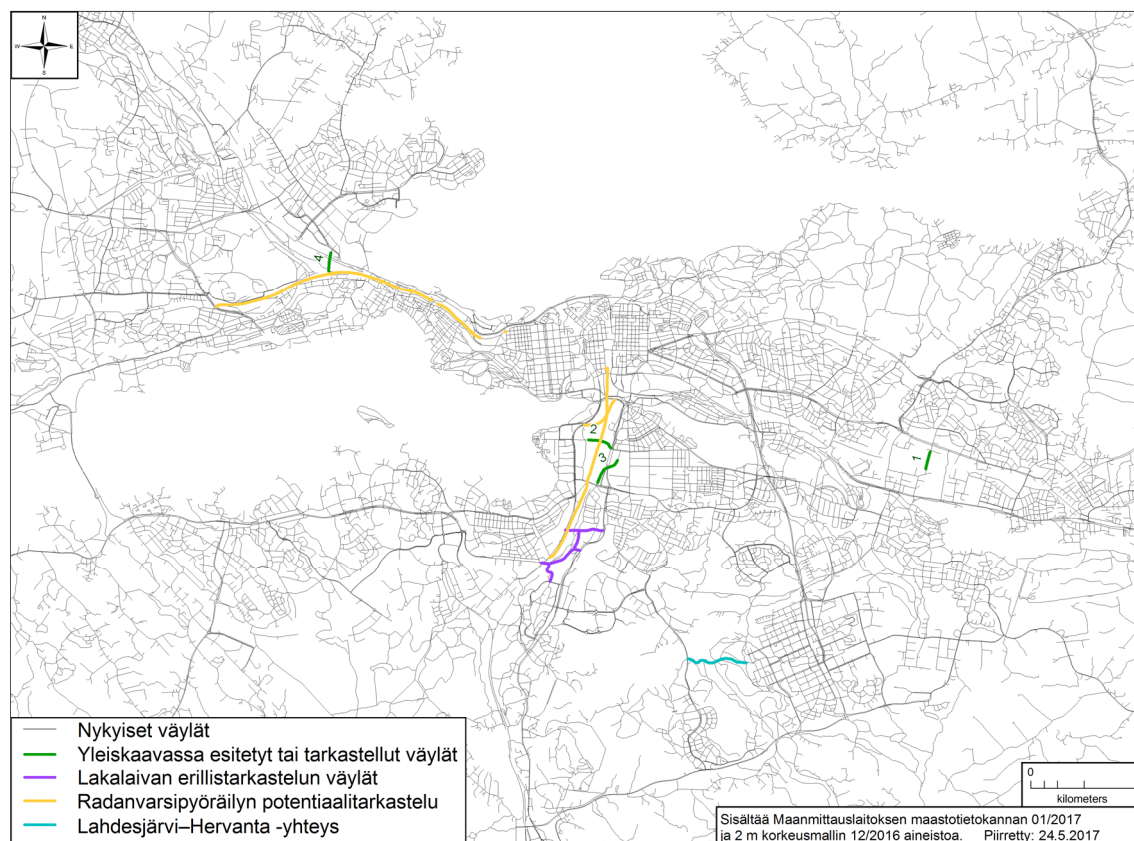
Kuva 6.20. Työmatkareittien mutkaisuusanalyysi eri alueille suuntautuville matkoille.

Vaikka edellä kuvattu tarkastelumenetelmä on sinänsä melko hyvin automatisoitavissa, on menetelmässä kuitenkin selkeänä puutteena se, että menetelmä ei suoraan kerro alueparien välisten matkojen mutkaisuudesta. Tämä tarkastelu on kuitenkin mahdollista

tehdä saatujen tulosten pohjalta käsin. Paremmalle, mielusti automatisoidulle menetelmälle olisi kuitenkin tarve, joten tähän liittyvää jatkotutkimusta olisi hyvä tehdä.

Tuntemattomaksi jääneestä syystä johtuen uusien väylien lisääminen liikenneverkkoon ei onnistunut ArcMap-ohjelmistossa, jossa paikkatietomallia muutoin käytettiin. Väylät lisättiin tästä syystä liikenneverkkoon MapInfo-ohjelmistoa käyttäen.

Kaikki tässä alaluvussa tarkasteltavat uudet väylät on esitetty kuvassa 6.21. Kuvassa on esitetty eri värein, millä perusteella väylä on valittu mukaan tarkasteluun.



Kuva 6.21. Alaluvussa 6.6 tarkasteltavat pyöräilyväylät.

6.6 Pyöräilypotentiaali kehitetyn liikenneverkon väylillä

Tässä alaluvussa tutkitaan, miten nykyisen liikenneverkon täydentäminen kaikilla kuvan 6.21 väylillä vaikuttaisi työmatkapyöräilyn potentiaaliin ja potentiaalsiin reitteihin Tampereella. Tarkastelussa tutkittiin alalukujen 6.4.1–6.4.3 tapaan työmatkoja, joiden keskimääräinen matka-aika suuntaansa oli joko alle 1014,1 tai alle 2028,2 sekuntia, eli jotka vastaavat pituudeltaan alle 5 tai 10 kilometrin työmatkoja.

Potentiaalitarkasteluissa saatuja tuloksia verrataan alaluvuissa 6.4.1–6.4.3 saatuihin tuloksiin. Tulosten ja vertailujen pohjalta voidaan muodostaa ehdotus pyöräilyn runkoreitistöstä.

6.6.1 Alle 5 kilometrin työmatkojen tarkastelu kehitetyllä liikenneverkolla

Aluksi tarkastellaan suuntaansa alle noin 5 kilometrin mittaisia työmatkoja. Tällä kehitetyllä liikenneverkolla niitä tehdään yhteensä 31543 kappaletta²⁹, mikä on 120 enemmän kuin nykyverkolla. Taulukossa 6.3 on esitetty matkamäärien muutokset matkatyypeittäin.

Taulukko 6.3. Muutokset alle noin 5 kilometrin matkojen määrissä tarkasteltaessa eri pyöräilyverkkoja.

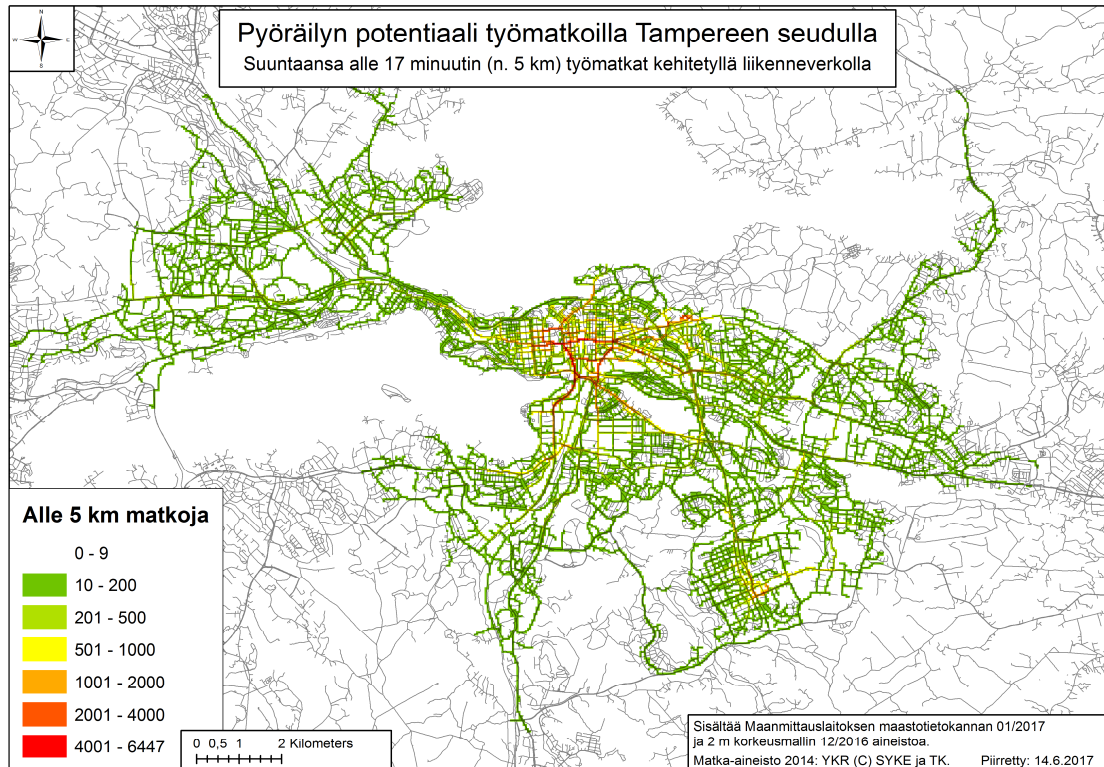
Alle 2028,2 sekunnin matkoja	Kehitetyllä verkolla	Nykyverkolla
Yhteensä	31543	31423
Kehitetyllä, muttei nykyverkolla	129	-
Nyky-, muttei kehitetyllä verkolla	-	9
Sama reitti molemmilla verkoilla	30387	
Matka lyhyempi toiseen verkkoon nähden	862	165

Vaikka vain pieni osa kaikista tarkastelluista työmatkoista lyheni uusien väylien myötä, on niiden meno-paluumatkojen, joiden kokonaiskesto on sekä nyky- että kehitetyllä verkolla alle 2028,2 sekuntia³⁰, matka-aikojen summa vähentynyt on yhteensä noin 27,5 tunnilla. Tämän voidaan tulkita vastaavan noin kahden minuutin aikasäästöä nykytilanteeseen nähden lyhenevillä matkoilla. Osa matka-aikojen lyhenemästä johtuu tosin YKR-aineiston työmatkojen alku- tai loppupisteiden siirtymisistä jollekin kehitetyn verkon uusien väylien pisteistä. Samasta syystä joillakin tarkastelluista pyöräreiteistä matka-aika on pidentynyt, mikä ei olisi mahdollista, mikäli reittien alku- ja loppupisteet olisivat olleet samat sekä nykyverkkoa että kehitettyä verkkoa tarkasteltaessa. Yleisesti ottaen, mikäli mallissa joidenkin kahden pisteen välinen reitti on jo olemassa olevaa reittiä hitaampi, eivät pyöräilijät käytä kyseistä uutta reittiä.

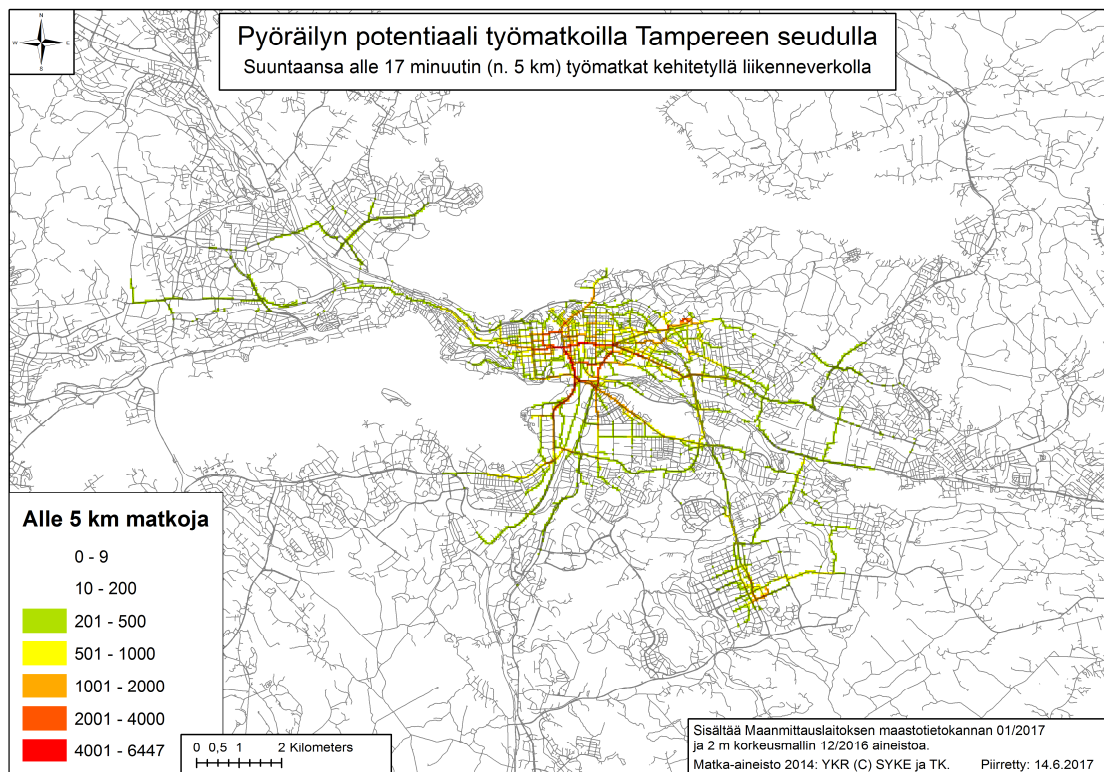
Alaluvun 6.4 tapaan työmatkojen reitityksen tulokset esitetään ruutumuodossa. Kuvassa 6.22 on esitetty lähes kaikki suuntaansa alle noin 5 kilometrin mittaiset työmatkat ja kuvassa 6.23 on esitetty vastaava aineisto siten, että ruudut, joiden läpi kulkevien työmatkojen määrä on alle 200, on jätetty värittämättä. Kuten alaluvuissa 6.4.1–6.4.3, kuvissa esitetyt matkamäärät ovat meno- ja paluumatkojen lukumäärien summia, eivät siis yksittäisiä pyöräilijöitä. Kuva 6.23 on esitetty suurempikokoisena liitteessä F.

²⁹ Kuvien kanssa vertailukelpoinen matkamäärä on tällöin 63086 (vrt. alaviite ²⁵).

³⁰ n = 31414, joista 862 lyhentynyttä ja 165 pidentynyttä matkaa. Vrt. taulukon 6.3 kahteen alimpaan riviin.

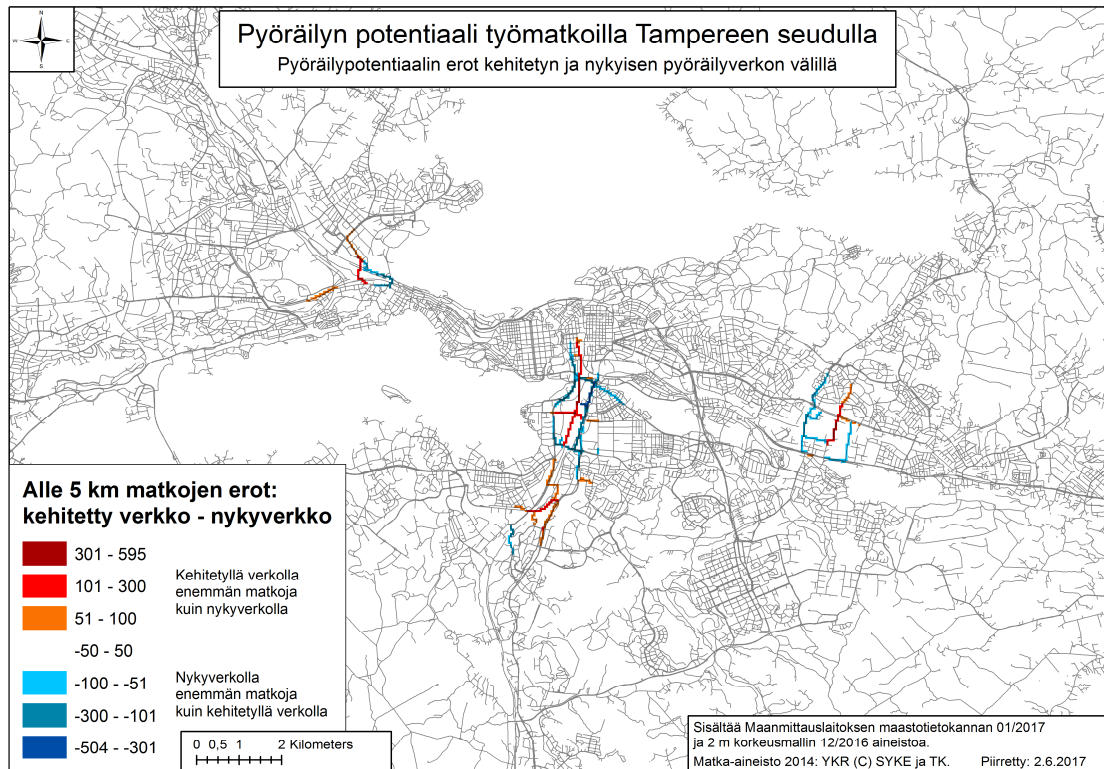


Kuva 6.22. Kauppisen mallin mukainen työmatkapyöräilyn potentiaali Tampereella suuntaansa alle noin 5 kilometrin työmatkoilla kehitetyllä pyöräverkolla.



Kuva 6.23. Kauppisen mallin mukainen työmatkapyöräilyn potentiaali Tampereella suuntaansa alle noin 5 kilometrin työmatkoilla kehitetyllä pyöräverkolla – vähiten tärkeät väylät karsittuna pois.

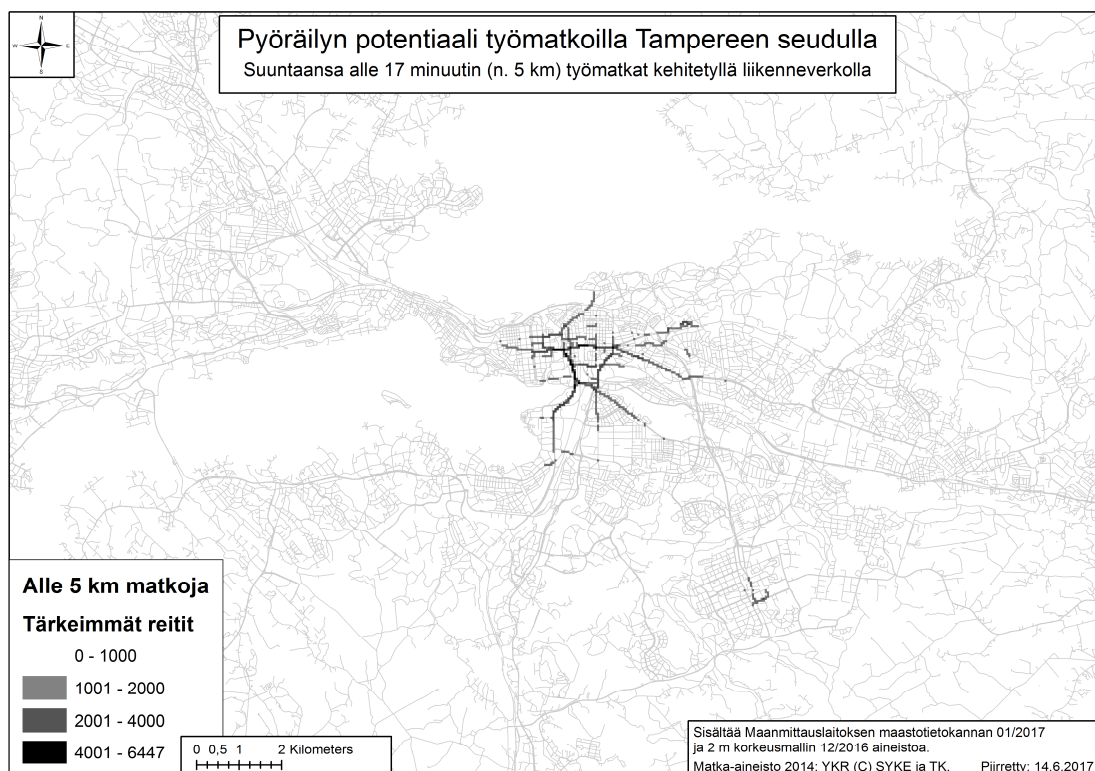
Samoin kuin nykyisellä pyöräilyverkolla, myös kehitetyllä pyöräilyverkolla kaikkein korkeimman potentiaalin työmatkapyöräilyväylät sijoittuvat lähinnä Tampereen keskustaan. Verkkojen väliset erot väyläkohtaisessa pyöräilypotentiaalissa ovatkin itse asiassa varsin pieniä, kun tarkastellaan alle noin 5 kilometrin työmatkapyöräilyn potentiaalia. Merkittävimmät potentiaalierot on esitetty kuvassa 6.24.



Kuva 6.24. Pyöräilypotentiaalin ruutukohtaiset erot kehitetyn ja nykyisen pyöräilyverkon välillä tarkasteltaessa alle noin 5 kilometrin matkoja.

Kuvassa 6.24 esitetyt tulokset ovat pääosin odotettavissa olleita: pyöräilijöitä siirtyisi uusille väylille ja samalla olemassa olevien väylien pyöräilijämäärät pienenisivät. Itä-Tampereen Hankiossa Yrittäjänkadun jatkeelle siirtyisi pyöräilijöitä Sammalistonpolulta (valtatie 9 viereltä) ja Hyllilänpolulta. Keskustan eteläpuolella radanvarren pyöräväylälle siirtyisi pyöräilijöitä erityisesti Lempääläntieltä ja Kuokkamaantien ja Hatanpään puistokujan väliselle yhteydelle Lahdenperänsäältä ja Tampereen valtatieltä. Lakalain uusille yhteyksille pyöräilijöitä siirtyisi Rukkamäentieltä ja Lahdenperänsäältä, Lielahden ja Epilän väliselle Energiakadulle puolestaan Paasikiventieltä ja Pispalan valtatieltä.

Kuvassa 6.25 on vielä esitetty ne kehitetyn liikenneverkon pyöräväylät, joilla tehdään vähintään 1000 potentiaalista pyörämatkaa vuorokaudessa. Kuvasta havaitaan, että tämän pituisilla matkoilla uudet väylät eivät merkittävästi vaikuta siihen, millä väylillä on kaikkien korkein pyöräilypotentiaali.



Kuva 6.25. Merkittävimmän potentiaalin pyöräilyväylät alle noin 5 kilometrin pituisilla työmatkoilla kehitetyllä liikenneverkolla.

6.6.2 Alle 10 kilometrin työmatkojen tarkastelu kehitetyllä liikenneverkolla

Suuntaansa keskimäärin enintään 2028,2 sekunnin eli noin 10 kilometrin matkoja tehdään kehitetyllä liikenneverkolla yhteensä 60634 kappaletta³¹ eli 178 enemmän kuin nykyverkolla. Taulukossa 6.4 on esitetty matkamäärien muutokset matkatyypeittäin.

Taulukko 6.4. Muutokset alle noin 10 kilometrin matkojen määrissä tarkasteltaessa eri pyöräilyverkkoja.

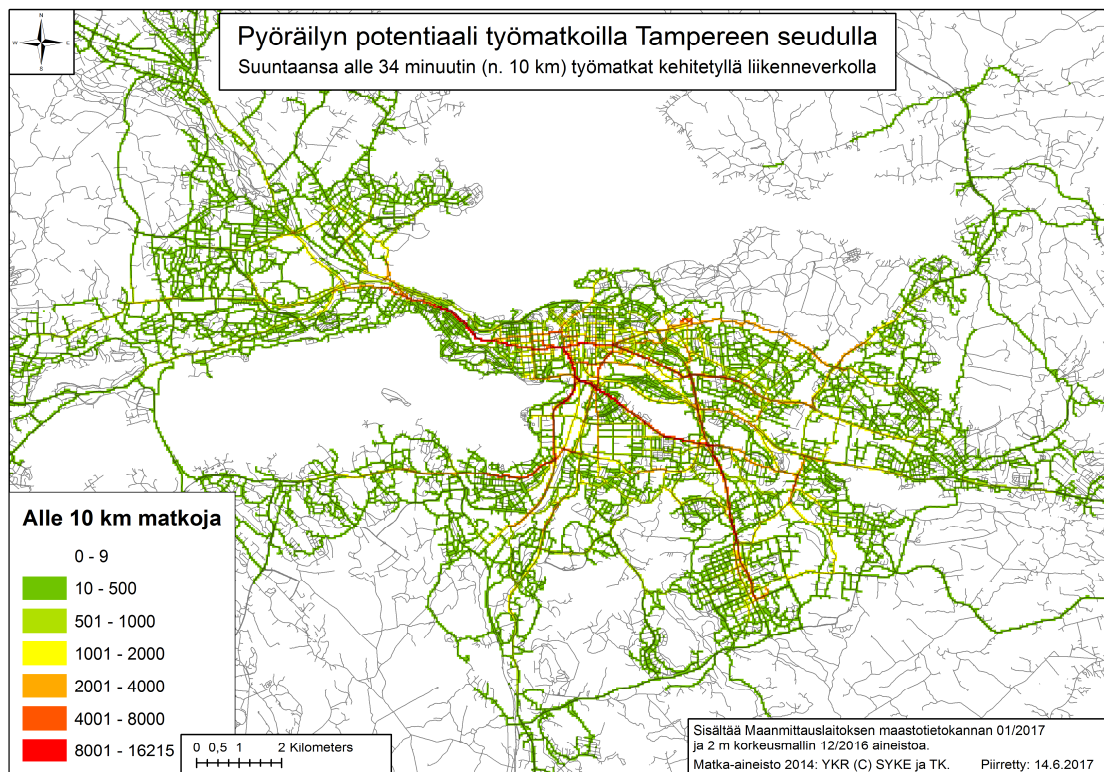
Alle 4056,4 sekunnin matkoja	Kehitetyllä verkolla	Nykyverkolla
Yhteensä	60634	60456
Kehitetyllä, muttei nykyverkolla	201	-
Nyky-, muttei kehitetyllä verkolla	-	23
Sama reitti molemmilla verkoilla	55798	
Matka lyhyempi toiseen verkkoon nähden	4294	341

Tarkastelluista matkoista noin 7 % lyhenee uusien väylien myötä. Niiden meno-paluumatkojen, joiden kokonaiskesto on sekä nyky- että kehitetyllä verkolla alle 4056,4 sekuntia, matka-aikojen summa on puolestaan vähentynyt yhteensä noin 92 tunnilla eli lähes

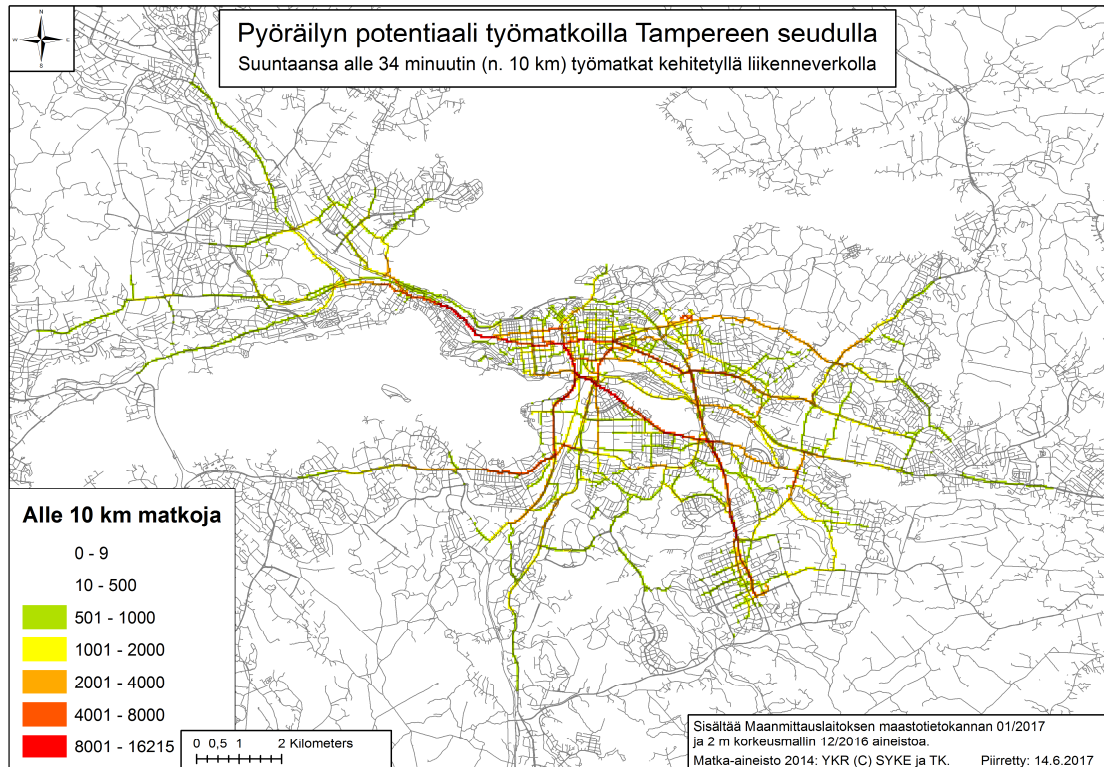
³¹ Kuvien kanssa vertailukelpoinen matkamäärä on tällöin 121268 (vrt. alaviite ²⁵).

neljällä vuorokaudella, minkä voidaan tulkita vastaavan keskimäärin jonkin verran yli minuutin aikasäästöä nykytilanteeseen nähden lyhenevillä matkoilla. Tässäkin tapauksessa tosin osa matkojen lyhenemisistä ja kaikki matkojen pidentymiset johtuvat reititysten alku- tai päätepisteiden sijaintieroista tarkasteltavien pyöräilyverkkojen välillä.

Kuvassa 6.26 on esitetty lähes kaikki suuntaansa alle noin 10 kilometrin mittaiset työmatkat. Kuvassa 6.27 on esitetty ne ruudut, joiden läpi kulkevien potentiaalisen pyörämatkojen vuorokausimäärä on vähintään 500. Tällöin potentiaalisten yksittäisten pyöräilijöiden määrä on vuorokausitasolla vähintään 250. Kuva 6.27 on esitetty suurempikokoisena liitteessä G.

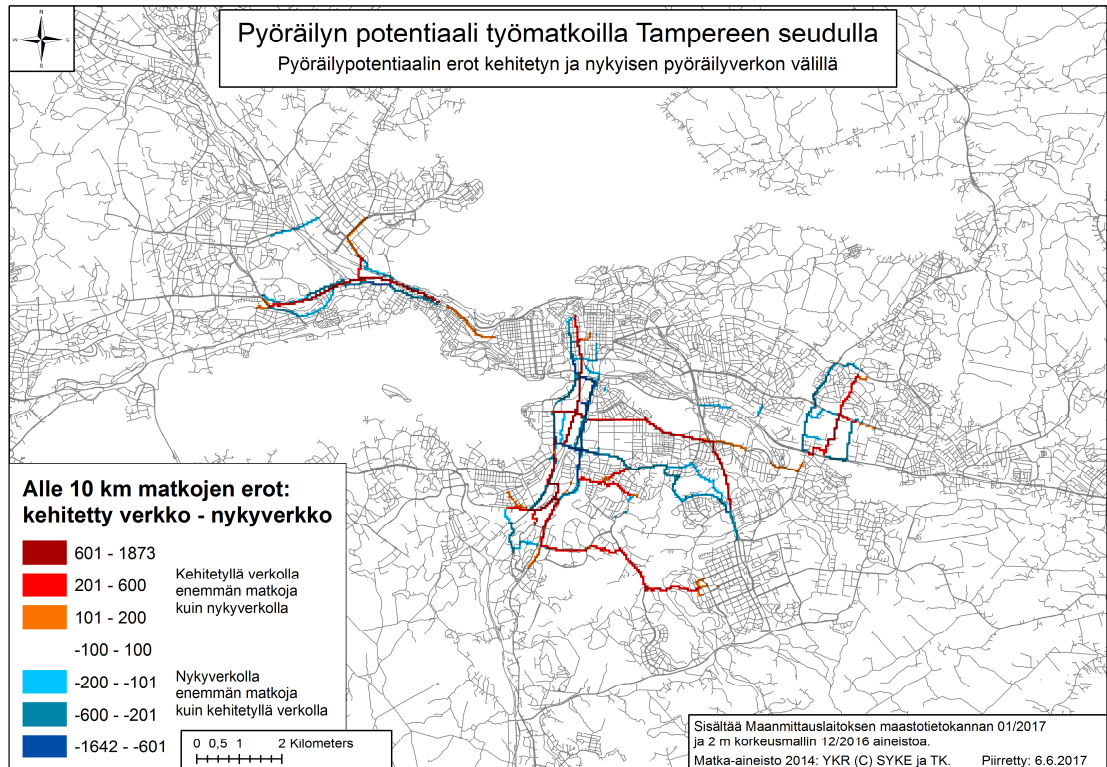


Kuva 6.26. Kauppisen mallin mukainen työmatkapyöräilyn potentiaali Tampereella suuntaansa alle noin 10 kilometrin työmatkoilla kehittyllä pyöräverkolla.



Kuva 6.27. Kauppien mallin mukainen työmatkapyöräilyn potentiaali Tampereella suuntaansa alle noin 10 kilometrin työmatkoilla kehitetyllä pyöräverkolla - vähiten tärkeät väylät karsittuna pois.

Koko pyöräilyverkon näkökulmasta merkittävimmän pyöräilypotentiaalin väylät ovat kuvan 6.27 perusteella lähes samat nykyverkolla ja kehitetyllä verkolla. Merkittävimmän pyöräilypotentiaalin väyliä ovat tämänkin tarkastelun perusteella muun muassa Pispalan valtatie, Sammonkatu, Nekalantie, Hervannan valtaväylä, Hatanpään valtatie ja Nuolialantie. Tarkastellut uudet väylät aiheuttavat kuitenkin monin paikoin muutoksia väyläkohtaiseen pyöräilypotentiaaliin. Merkittävimmät muutokset on esitetty kuvassa 6.28.



Kuva 6.28. Pyöräilypotentiaalin ruutukohtaiset erot kehitetyn ja nykyisen pyöräilyverkon välillä tarkasteltaessa alle noin 10 kilometrin matkoja.

Länsi-Tampereella merkittävin pyöräilypotentiaalin muutostekijä on radanvarren pyöräilyväylä, jolle kuvan 6.28 perusteella siirtyy Ahjolan aukion länsipuolella osa Tesomalta ja Raholasta Pispalaan tai keskustaan tai päinvastoin suuntautuvista matkoista. Reititystulosten tarkemman tutkimisen perusteella kyse on nimenomaan Ahjolasta länteen suuntautuvista matkoista, itään suuntautuvilla matkoilla nykyiset väylät olisivat radanvarren pyöräilyä nopeampia. Pispalan valtatie ja Nokiantie olisivat silti myös jatkossa merkittävimmät pyöräilyväylät Raholan-Tesoman ja keskustan välillä. Ahjolan aukion ja Amurin välisellä osuudella radanvarren pyöräilyväylän potentiaali on tehtyjen tarkastelujen perusteella olematon, minkä voi olettaa johtuvan pitkälti siitä, että väylä ei Amurin päässä yhdisty kovin hyvin muuhun pyöräilyverkkoon. Tarkastelussa radanvarren väylältä oli mallinnettu yhteys Tipotien kautta Pirkankadulle ja Savilinnankadun kautta Satakunnankadulle. Jatkotarkastelujen tekemistä lännen suunnan radanvarsipyöräilyn väylälle voi kuitenkin pitää tarkoituksenmukaisena, sillä väylän matalaa pyöräilypotentiaalia voi pitää jossain määrin yllättävänä tuloksena ratalinjan tasaisuus ja Pispalan yleinen mäkisyys huomioiden.

Lielahden ja Epilän yhdistävällä Energiankadun jatkeelle siirtyisi puolestaan pyöräilijöitä Vaitinaron liittymän kautta kulkevalta reitiltä ja Myllypuronkadulta. Energiankadun jatkkeen työmatkapyöräilyn potentiaalia ei kuitenkaan voi kuvan 6.28 perusteella pitää erityisen merkittävänä. Lielahden ja Tesoman aluekeskusten välisen yhteyden lyhentämisen ja ostos- ja asiointipyöräilyn potentiaalin kasvattamisen näkökulmista Energiankadun jatkkeen pyöräilyväylän jatkosuunnittelua voidaan kuitenkin pitää kannatettavana.

Itä-Tampereella suurimmat pyöräilypotentiaalin muutokset alle noin 10 kilometrin matkoilla liittyvät kuvan 6.28 perusteella Yrittäjänkaduun. Aiemman, enintään noin 5 kilometrin työmatkojen pyöräilypotentiaalitarkastelun tulosten kaltaisesti myös tämän tarkastelun mukaan Yrittäjänkadulle siirtyisi pyöräilijöitä Sammalistonpolulta ja Hyllilänpolulta. Tästä tarkastelusta havaitaan myös aiempaa selkeämmin, että Yrittäjänkadun pyöräilyväylän toteuttamisella olisi laajempiakin vaikutuksia Linnainmaan alueen pyöräilyreitteihin. Esimerkiksi Linnainmaan Mäentakusenkadun itäpään ja Kaukajärven suunnan välisillä matkoilla potentiaalisin pyöräilyreitti siirtyisi Yrittäjänkadun väylän toteutuessa Aitolahdentielle ja Sammalistonpolulta Korpikodinpuiston ulkoiluväylän, Linnainmaan kadun ja Yrittäjänkadun muodostamalle reitille. Tämän tarkastelun perusteella jatkoselvitysten tekemistä Yrittäjänkadun pyöräilyväylästä voidaan suositella.

Nekalan ja Hatanpään välisen yhteyden, Kuokkamaantien jatkeen, potentiaali työmatkapyöräilyssä perustuu paljolti Nekalan, Kaukajärven ja Hervannan suunnilta Hatanpäälle suuntautuvaan työmatkaliikenteeseen. Kuvasta 6.28 voidaan havaita, että Hervannan ja Hatanpään välisillä työmatkoilla potentiaalisin reitti siirtyisi Lahdenperänselältä ja Hallilasta Kuokkamaantielle ja sen jatkeelle, Nekalantielle ja Hervannan valtatieväylälle. Viinikan liittymän kautta kulkevien pyöräilijöiden määrä ei sen sijaan vähenisi tämän uuden väylän takia merkittävässä määrin. Tarkastelun perusteella myös tästä Kuokkamaantien jatkeesta kannattaa tehdä jatkoselvityksiä: vaikka väylän pyöräilypotentiaali ei olekaan erityisen korkea, väylän mahdollistamat aikasäästöt ovat paikoin hyvin merkittäviä – keskimäärinkin noin 76 sekuntia meno-paluumatkaa kohti nykyverkkoon verrattuna³².

Vuoreksen Särkijärven sillan ja länsi-Hervannan välinen yhteys vaikuttaisi kuvan 6.28 perusteella lisäävän pyöräilyä Peltolammin ja Hervannan välillä. Kuvasta ei kuitenkaan ole selkeästi tunnistettavissa mitään reittiä, jonka pyöräilypotentiaali madaltuisi, jos uusi väylä toteutettaisiin. Reititustulosten tarkemman tutkimisen perusteella käy kuitenkin ilmi, että uutta väylää voitaisiin käyttää Peltolammin ja Lahdesjärven sekä Hervannan välisten työmatkojen lisäksi myös muun muassa Vuoreksesta, Multisillasta ja Nirvasta Hervantaan tai päinvastoin suuntautuvilla työmatkoilla. Uudelle väylälle siirtyisi siten matkoja paitsi Lahdesjärven ja Hervannan välisiltä ulkoilureiteiltä myös Hallilan suunnalta ja Ruskonkehältä. Huomionarvoista on myös, että vaikka tämä uusi väylä ei näy kuvassa 6.27 erityisen potentiaalisena pyöräilyväylänä, on potentiaalitarkastelu tehty vuoden 2014 työmatka-aineistolla ja vuonna 2014 Vuoreksen asukasluku oli merkittävästi nykyistä ja suunniteltua pienempi (vrt. Tampereen kaupunki 2016b; Tampereen kaupunki 2015). Näin ollen tämän tarkastelun perusteella Vuoreksen ja Hervannan välisestä, Suolijärven pohjoispuolisesta pyöräilyväylästä kannattaa tehdä jatkoselvityksiä.

³² Tarkasteltu niitä enintään 4056,4 sekuntia kestäviä meno-paluumatkoja, jotka kehitetyllä verkolla kulksivat Kuokkamaantien jatketta pitkin.

Lakalaivan alueella tutkitut uudet väylät vaikuttavat kuvan 6.28 mukaan pyöräilypotentiaaliin erityisesti Rukkamäentiellä ja sen ja Tilkonmäenkadun yhdistävällä polulla, Lahdenperänselällä sekä Lempääläntien Varikkokadun pohjoispuolisella osuudella. Reititustulosten tarkemman tutkimisen perusteella uusia väyliä käytettäisiin yhtäältä Peltolammin ja sen eteläpuolisten alueiden sekä keskustan välisillä työmatkoilla, toisaalta muun muassa Härmälän suunnan ja Lakalaiva-Lahdesjärven välisillä työmatkoilla, Sarankulman ja itä-Tampereen välisillä työmatkoilla ja Härmälän ja Hervannan välisillä työmatkoilla. Lakalaivan uudet väylät kasvattavatkin osaltaan myös Koivistonkylän ja Veisun alueiden pyöräilyväylien, kuten Harkontien, Kivimäenkadun, Koivistontien ja Veisunkadun potentiaalia. Myös edellisessä kappaleessa tarkasteltu Vuoreksen ja Hervannan välinen yhteys voisi hyötyä jonkin verran Lakalaivan uusien väylien toteuttamisesta ja päinvastoin. Tarkastelun perusteella nyt tutkituista Lakalaivan väylistä kannattaa tehdä jatkoselvityksiä.

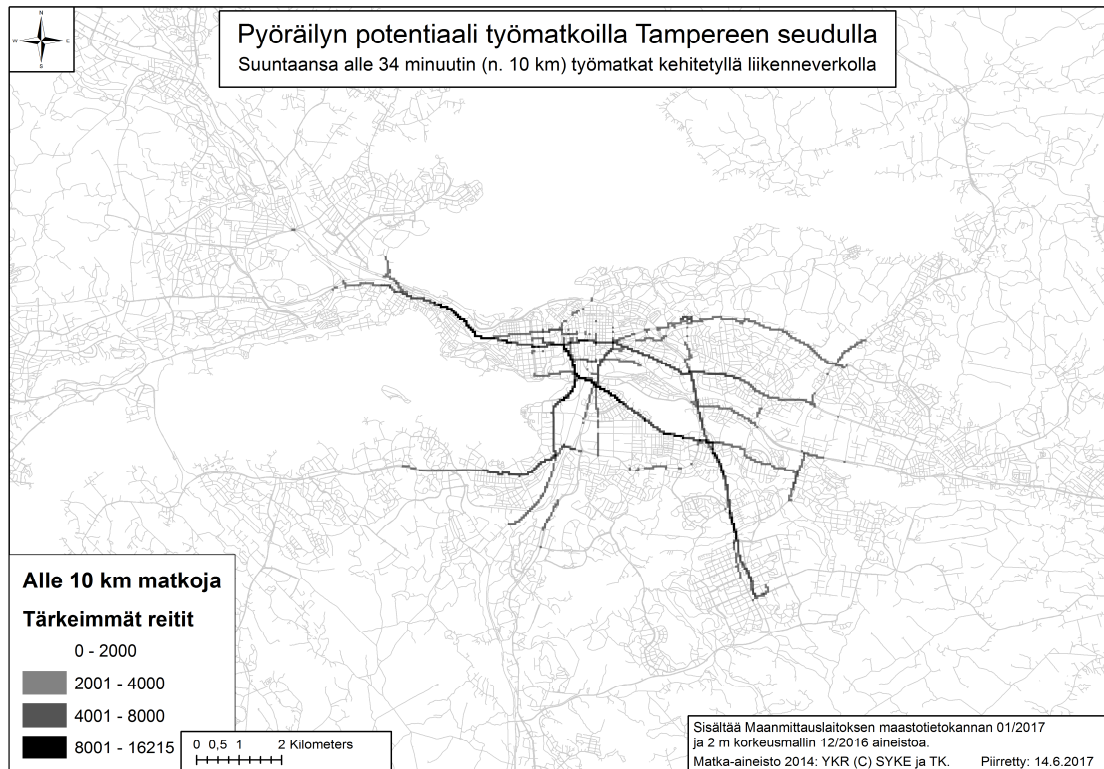
Keskustasta etelään suuntautuvan radanvarren pyöräilyväylän Lahdenperänselän pohjoispuoliselle osuudelle siirtyisi kuvan 6.28 perusteella pyöräilijöitä erityisesti Lempääläntieltä, mutta jossain määrin myös Hatanpään valtatieltä. Reititustulosten tarkemman analysoinnin perusteella kyse on kuitenkin osin siitä, että osa ratapiha-alueella sijaitsevista työmatkojen päätepisteistä oli siirtynyt tälle uudelle väylälle, mutta väylällä on silti jonkin verran pyöräilypotentiaalia esimerkiksi Härmälän ja Peltolammin suunnilta rautatieasemalle tai Lapinniemeen tai päinvastoin suuntautuvilla työmatkoilla. Lahdenperänselän eteläpuolella radanvarren väylän pyöräilypotentiaali on sen sijaan olematon. Myös Valimokadun ja Viinikan liittymän välisen yhteyden sekä ratapihan itäpuolelta Viinikan ja Vihiojan alueille vievän ratasillan pyöräilypotentiaali on hyvin pieni.

Radanvarsiväylästä ja Valimokadun ja Viinikan liittymän välisestä väylästä ei tämän tarkastelun perusteella välttämättä ole mielekästä tehdä jatkosuunnitelmia ennen ratapiha-alueiden mahdollisia maankäytön muutoksia. Väylien pyöräilypotentiaali ei ole erityisen suuri, eikä radanvarren väylän tapauksessa myöskään väylän mahdollistama aikasäästö – noin 43 sekuntia meno-paluumatkaa kohden nykyverkkoon verrattuna³³ – puolla näin pitkän väylän toteuttamista nykyisen maankäytön puitteissa. Viinikkaan ja Vihiojaan vievän ratasillan pyöräilypotentiaali oli tämän tarkastelun perusteella myös hyvin pieni, mutta koska väylälle on jo maastossa olemassa valmis pohja, saattaisi ratasillan muuttaminen pyöräilyväyläksi olla toteutettavissa kustannustehokkaasti. Tämän toteuttaminen riittävällä varmuudella vaatisi kuitenkin jatkoselvityksiä.

Kuvassa 6.29 on vielä esitetty merkittävimmän potentiaalisen pyöräilyväylien muodostama verkko samaan tapaan kuin kuvassa 6.15. Kuvasta havaitaan, että tärkeimmät reitit ovat pääosin samoja kuin tarkasteltaessa nykyverkkoa. Yksikään tarkastelluista uusista väylistä ei näy kuvassa, mutta uusista väylistä johtuva nykyisten väylien pyöräilypotentiaalinen

³³ Tarkasteltu niitä enintään 4056,4 sekuntia kestäviä meno-paluumatkoja, jotka kehitetyllä verkolla kulisivat radanvarren väylää pitkin ja joiden kumpikaan päätepiste ei ole Viinikan ratapiha-alueella.

vähentäminen näkyy paikoin, esimerkiksi Lahdenperänselällä ja Hallilantiella, Lempäälänselällä Lahdenperänselän ja Kuokkamaantien välisellä osuudella sekä Aitolahdentiellä Koilliskeskustan eteläpuolella. Ainoa merkittävä väyläosuus, joka on luokiteltavissa tärkeäksi kehitetyllä pyöräilyverkolla, muttei nykyverkolla, on Lempäälänselän osuus Säätäjänselältä Varikkokadulle.

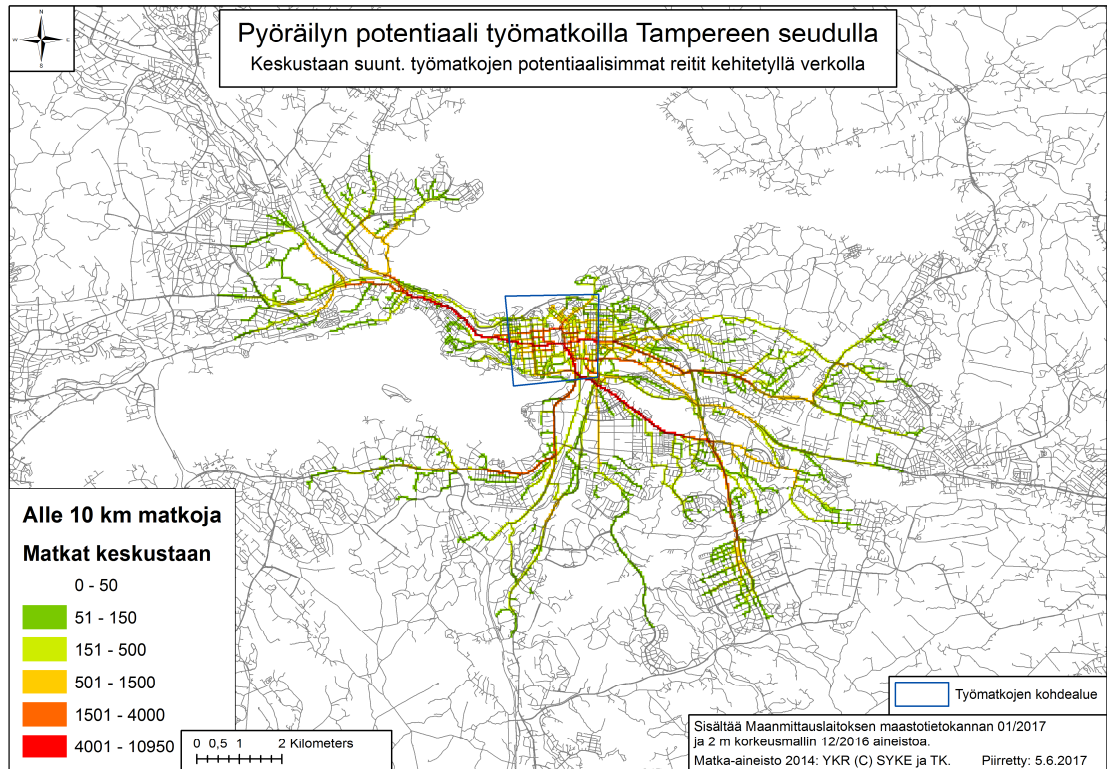


Kuva 6.29. Merkittävimmän potentiaalin pyöräilyväylät alle noin 10 kilometrin pituisilla työmatkoilla kehitetyllä liikenneverkolla.

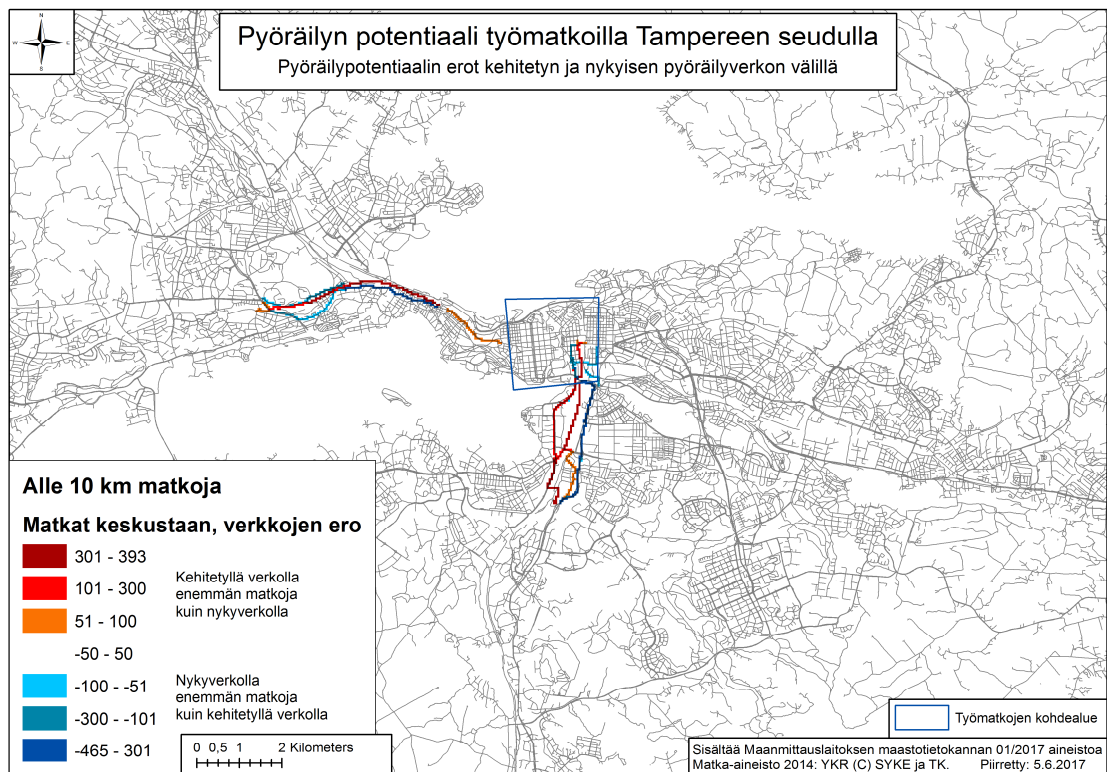
6.6.3 Merkittävimpien työpaikka-alueiden pyöräilypotentiaali kehitetyllä liikenneverkolla

Kehitetyn pyöräilyverkon potentiaalia tarkasteltiin myös kolmelle Tampereen suurimmalle työpaikka-alueelle – keskustaan, TAYS:lle sekä TTY:n ja Hermian alueelle – suuntautuvien matkojen osalta. Tarkastelussa tutkittiin alle noin 10 kilometrin matkoja. Tämän uuden tarkastelun tuloksia verrattiin alaluvussa 6.4.3 tehdyissä tarkasteluissa saatuihin tuloksiin.

Kuvassa 6.30 on esitetty keskustaan suuntautuvien työmatkojen merkittävimmän potentiaalin väylät kehitetyllä pyöräilyverkolla. Verrattaessa tätä kuvaa kuvaan 6.16 havaitaan, että potentiaalisimmat väylät ovat pääosin samat kuin nykyverkolla. Väyläkohtaisessa potentiaalissa on kuitenkin joitakin eroja; näistä merkittävimmät on esitetty kuvassa 6.31.



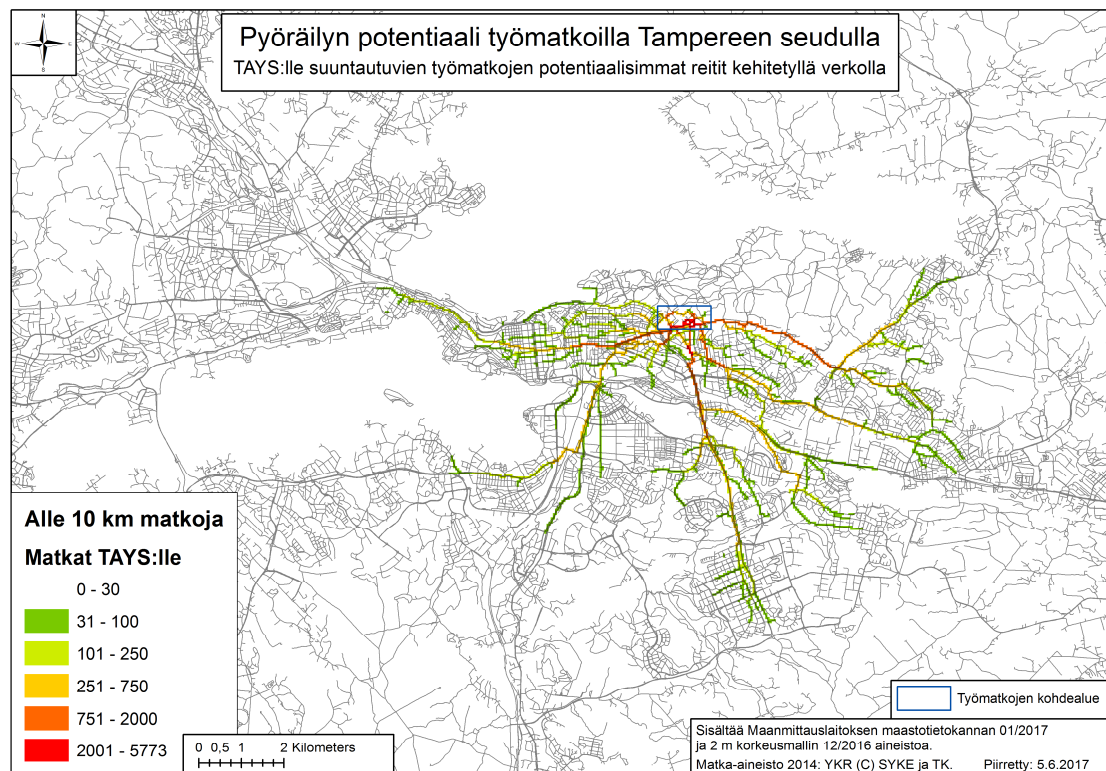
Kuva 6.30. Merkittävimmän potentiaalin pyöräilyväylät alle noin 10 kilometrin pituisilla, keskustaan suuntautuvilla työmatkoilla kehitetyllä liikenneverkolla.



Kuva 6.31. Pyöräilypotentiaalin ruutukohtaiset erot kehitetyn ja nykyisen pyöräilyverkon välillä tarkasteltaessa alle noin 10 kilometrin keskustaan suuntautuvia työmatkoja.

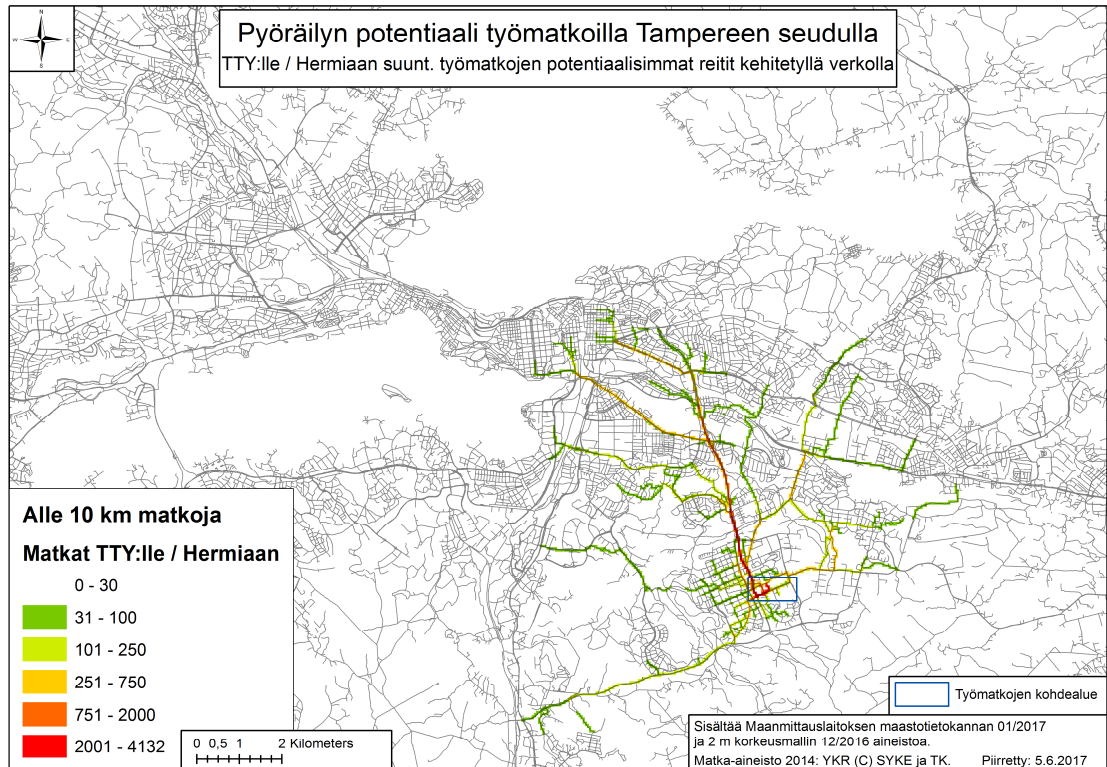
Kuvan 6.31 perusteella keskustaan suuntautuvilla työmatkoilla uudet pyöräilyväylät vaikuttaisivat pyöräilypotentiaaliin lähinnä Pispalan ja Tesoman sekä rautatieaseman ja Lakaivaan välisillä alueilla. Lännessä potentiaalin muutokset johtuvat edellisessä alaluussa kuvatusti siitä, että tarkasteltu radanvarsipyöräilyn väylä olisi Ahjolasta tiettyihin osiin Tesoman ja Raholan alueita ajettaessa nopeampi reitti kuin nykyiset Pispalan valtatie ja Nokiantietä tai Tohlopinrantaa pitkin kulkevat reitit. Etelässä potentiaalin muutokset johtuvat puolestaan siitä, että nykyverkolla Peltolammin ja keskustan välisillä matkoilla korkeimman potentiaalin väylä on Lempääläntie, mutta verkon täydennyksen jälkeen nopeimmat reitit Peltolammin ja keskustan välillä kulkevatkin rautatien länsipuolta joko radan vartta pitkin tai Hatanpään valtatieä pitkin. Hieman yllättävää oli kuitenkin, että Hatanpään valtatieen pyöräilypotentiaali nimenomaan nousee tarkasteltaessa vain keskustaan suuntautuvia matkoja, vaikka kokonaisuutena Hatanpään valtatieen pyöräilypotentiaali laskisi pyöräilyverkon täydennysten myötä kuvan 6.28 mukaisesti.

Kuvassa 6.32 on esitetty TAYS:lle suuntautuvien työmatkojen merkittävimmän potentiaalin väylät kehitetyllä pyöräilyverkolla. Työmatkojen reitit eivät muuttuneet lainkaan uusista pyöräilyväylistä huolimatta. Näin ollen muutoksista ei ole tarpeen eikä mielekästä esittää erillistä karttakuvaa.

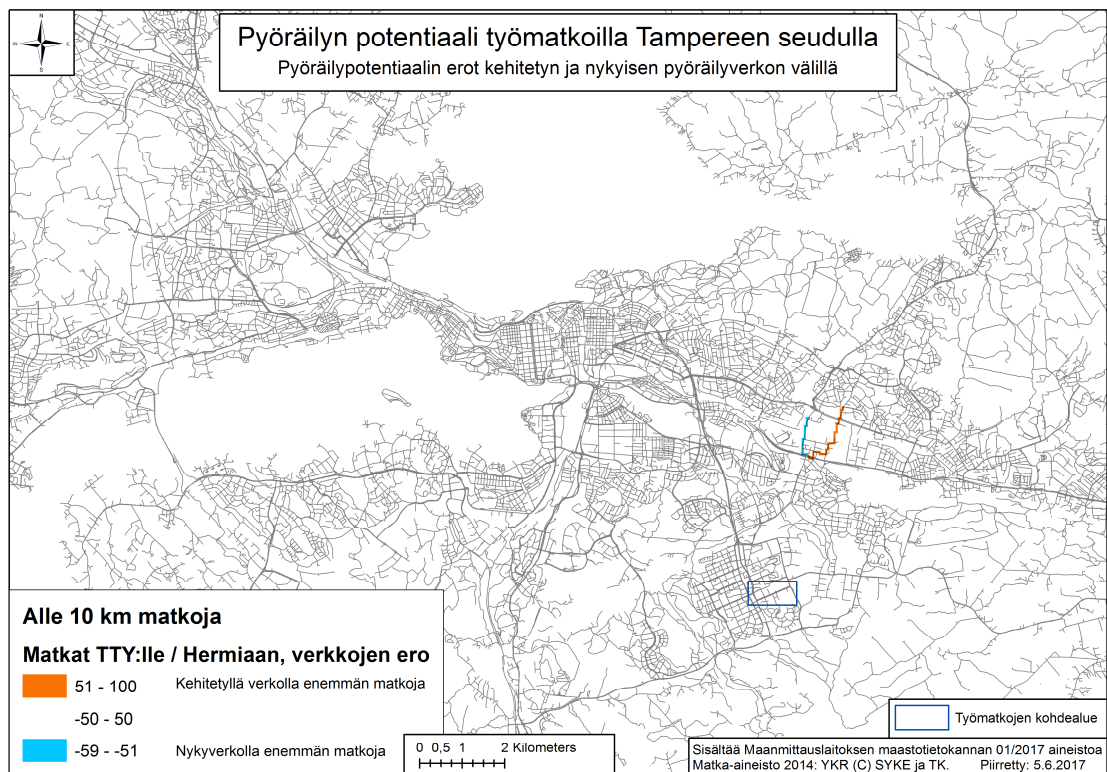


Kuva 6.32. Merkittävimmän potentiaalin pyöräilyväylät alle noin 10 kilometrin pituisilla, TAYS:n alueelle suuntautuvilla työmatkoilla kehitetyllä liikenneverkolla.

TTY:n ja Hermian alueille suuntautuvien työmatkojen merkittävimmän potentiaalin väylät on esitetty kuvassa 6.33. Potentiaalin muutokset on puolestaan esitetty kuvassa 6.34.



Kuva 6.33. Merkittävimmän potentiaalin pyöräilyväylät alle noin 10 kilometrin pituisilla, TTY:n ja Hermian alueille suuntautuvilla työmatkoilla kehitetyllä liikenneverkolla.



Kuva 6.34. Pyöräilypotentiaalin ruutukohtaiset erot kehitetyn ja nykyisen pyöräilyverkon välillä tarkasteltaessa alle noin 10 kilometrin TTY:n ja Hermian alueille suuntautuvia työmatkoja.

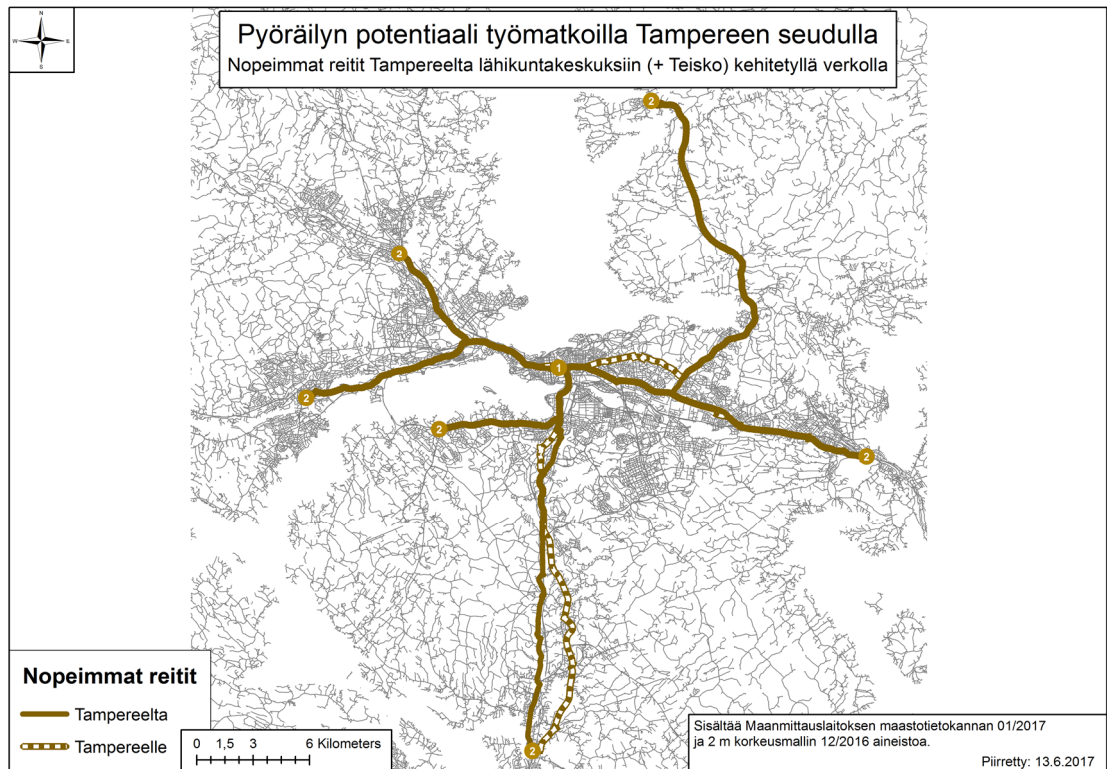
Kuvasta 6.34 havaitaan, että TTY-Hermia-alueelle suuntautuvien työmatkojen reitteihin vaikuttaa merkittävästi ainoastaan Yrittäjänkadun jatke, jota käytettäisiin Sammalistonpolun sijaan pyöräiltäessä muun muassa Linnainmaan itäosista ja Leinolasta Hervantaan ja takaisin. On kuitenkin myös mahdollista, että Vuoreksen pohjoisosan ja Hervannan länsiosan välistä reittiä hyödynnettäisiin Vuoreksen sekä TTY:n ja Hermian välisillä matkoilla merkittävästikin Vuoreksen asukasmäärän kasvaessa. Pääosin merkittävimmän potentiaalin väylät ovat kuitenkin samat kuin kuvan 6.18 mukaisessa nykyverkolla tehdyssä tarkastelussa.

6.7 Ehdotus runkoreitistöksi

Tässä alaluvussa esitellään ehdotus Tampereen kantakaupungin alueen pyöräilyn runkoreitistöstä vuodelle 2020. Ehdotus perustuu pääosin alaluvuissa 6.4 ja 6.6 tehtyihin tarkasteluihin, mutta lisäksi reitistöön on otettu mukaan myös seudullisia pääreittejä, vaikka nämä eivät tässä työssä käytettyjen etäisyysrajoitusten vuoksi näykään aiemmissa potentiaalitarkasteluissa. Tästä syystä seudullisia reittejä tarkastellaan tässä alaluvussa lyhyesti. Ehdotusta laadittaessa ei kuitenkaan ole otettu huomioon esimerkiksi väylien mahdollisia tilankäytöllisiä rajoitteita, joten ehdotetun runkoreitistön toteutettavuuteen ei tässä työssä oteta kantaa.

Voidaan pitää loogisena, että aiemmissa tarkasteluissa tunnistetut ja kuvissa 6.15 ja 6.29 esitetyt merkittävimmän potentiaalin väylät otetaan mukaan runkoreitistöön. Ainoat poikkeukset tähän ovat Satakunnankatu, jonka sijasta runkoreitistöön on otettu nykyinen Puutarhakatu–Rongankatu-yhteys, sekä Kalevan Kiovanpuiston läpi kulkeva väylä. Matalamman pyöräilypotentiaalin väylistä runkoreitistöön valikoitiin vielä suuri osa kuvan 6.26 keltaisella merkityistä väylistä, jotta runkoreitistö ei jäisi kattavuudeltaan tarpeettoman suppeaksi.

Seudullisten pyöräilyn pääreittien osalta tehtiin pienimuotoinen tarkastelu, jossa selvitetiin, mitkä ovat matka-ajaltaan nopeimmat pyöräilyreitit Tampereen Keskustorilta Ylöjärven, Nokian, Pirkkalan, Lempäälän ja Kangasalan kuntakeskuksiin sekä Tampereen Kämmeniemeen. Nämä reitit on esitetty kuvassa 6.35. Nämä reitit on otettu mukaan runkoreitistöön lähes kokonaisuudessaan. Lisäksi runkoreitistöön on otettu mukaan muutamia sellaisia Tampereen kuntarajan ylittäviä väyliä, joilla on kuvan 6.26 perusteella kohtalaisesti työmatkapyöräilyn potentiaalia.



Kuva 6.35. Pyöräilyn seudullisten pääreittien matka-aikapohjainen linjaustarkastelu.

Kuvassa 6.36 on esitetty työmatkapyöräilyn potentiaalitarkastelujen perusteella laadittu runkoreitistö kokonaisuudessaan. Kuva 6.36 on esitetty suurempikokoisena liitteessä H. Runkoreitistöön kuuluvien väylien luokitus kuvassa on esitetty alla:

Tummansininen yhtenäinen viiva

- tärkeimmät väylät kaupungin mittakaavassa
- kokoavat suurimmat asuin- ja työpaikka-alueiden väliset liikennevirrat

Purppura yhtenäinen viiva

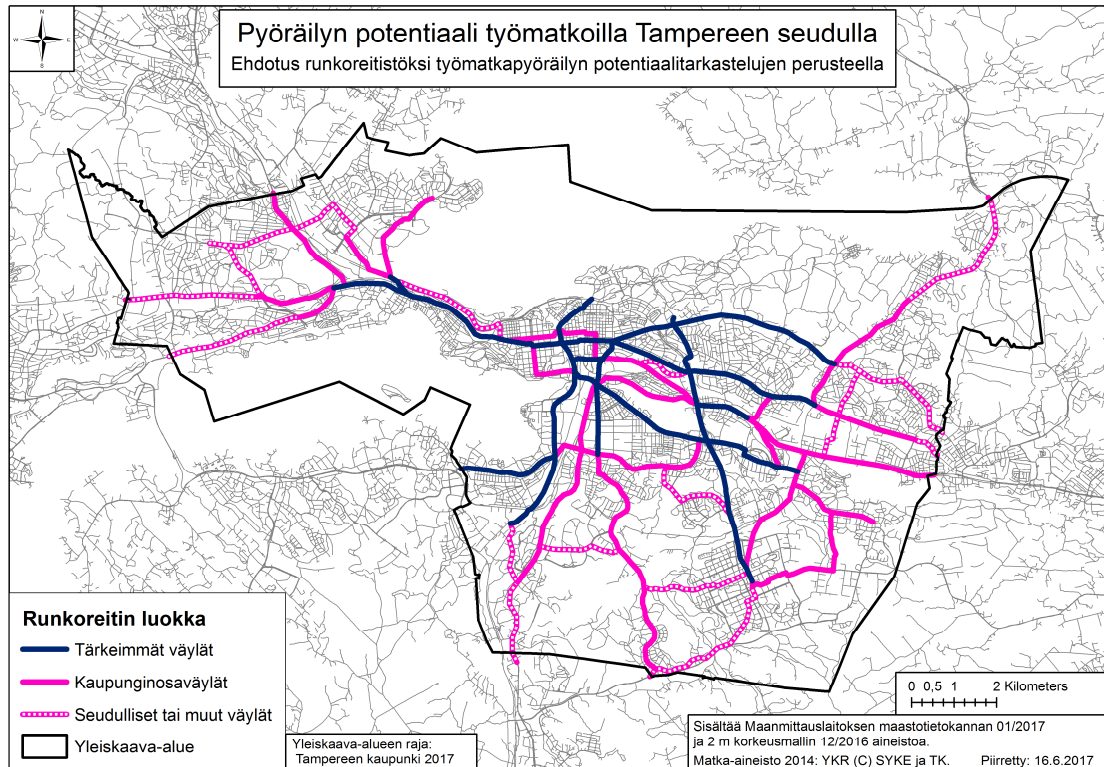
- kaupunginosia tärkeimpiin väyliin yhdistävät väylät *tai*
- kaupunginosia toisiinsa yhdistävät, melko korkean pyöräilypotentiaalin väylät

Purppura katkoviiva

- seudulliset pääreitit *tai*
- runkoreitistön maantieteellistä kattavuutta täydentävät väylät, joiden pyöräilypotentiaali ei kuitenkaan ole erityisen korkea v. 2014 työmatka-aineiston perusteella

Runkoreitistön väylien luokitus pohjautuu pääpiirteissään kuvissa 6.14 ja 6.15 sekä 6.27 ja 6.29 esitettyihin tarkasteluihin ja niiden kuvaamaan väylien pyöräilypotentiaaliin.

Vaikka runkoreitistö on piirretty kuvaan 6.36 melko yksityiskohtaisella tarkkuudella, on kuva tarkoitettu tulkittavaksi siten, että väylien täsmällisissä linjauksissa on suunnitteluvaraa. Näin on oltava jo siksikin, että aiemmin todetusti runkoreitistöön esitettyjen väylien toteutettavuutta ei ole varmistettu.



Kuva 6.36. Ehdotus Tampereen kantakaupungin pyöräilyn runkoreitistöstä pyöräilyn potentiaalitarkastelujen perusteella.

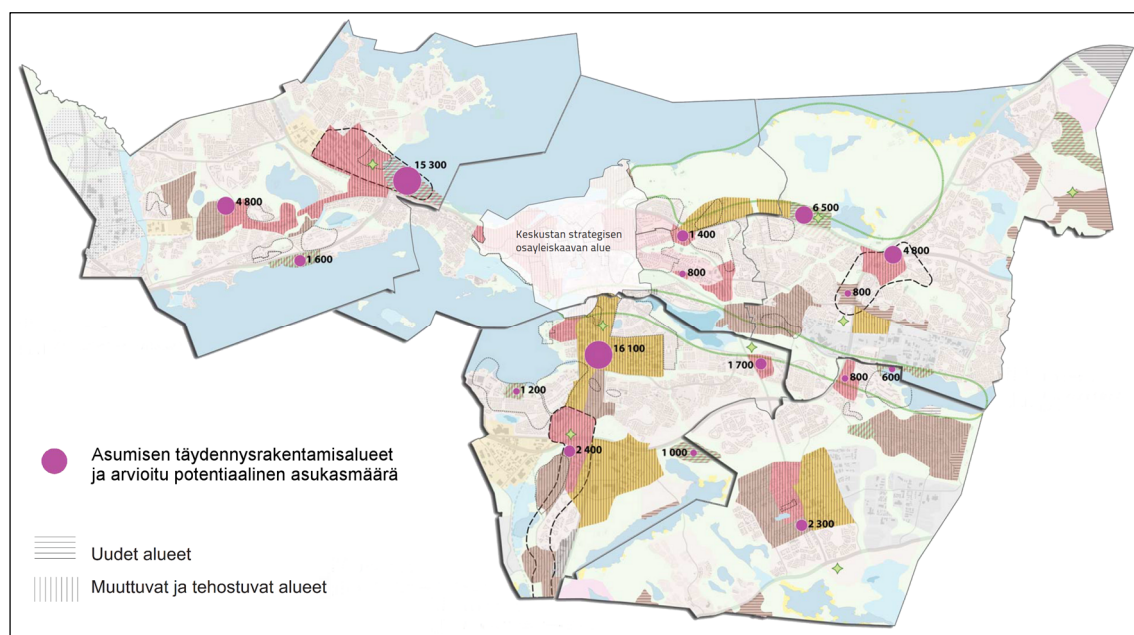
Runkoreitistöehdotuksen tärkeimmät väylät kokoavat suurimmilta asuinalueilta keskustaan suuntautuvaa liikennettä yhteen. Tärkeimmät väylät seuraavat jotakuinkin seuraavia katuja ja teitä:

- Pispalan valtatie
- Pirkankatu
- Hämeenkatu
- Itsenäisyydenkatu
- Teiskontie ja Heikkiläncatu
- Kissanmaancatu (tai muu yhteys Hervannan valtaväylältä TAYS:lle)
- Sammonkatu
- Sammon valtatie (Aitolahdentien länsipuolella)
- Hervannan valtaväylä
- Messukyläncatu (Ristinarkuntien länsipuolella)
- Tampereen valtatie (Hatanpään valtatie ja Viinikan liittymän välillä)
- Nekalantie
- Sotilaancatu
- Nuijatie ja Santaharjuntie (Nuijatien itäpuolella)
- Viinikancatu (Lahdenperäncadun pohjoispuolella)
- Vuolteenkatu ja Kalevantie (linja-autoaseman ja Viinikancadun välillä)
- Lapintie
- Hatanpään valtatie
- Nuolialantie
- Sarankulmancatu

Näin ollen tärkeimmät väylät yhdistävät muun muassa Epilän, Koilliskeskuksen, Kaukajärven, Hervannan ja Härmälän keskusta.

Kaupunginosaväylät täydentävät tärkeimpiä väyliä siten, että tärkeimpien reittien ulkopuolelle jääneistä, mutta kuitenkin suurista kaupunginosista olisi myös yhteydet keskustaan. Tällaisia kaupunginosia ovat muun muassa Tesoma, Lielähti ja Vuores³⁴. Seudulliset väylät muodostavat vastaavasti yhteydet Tampereen naapurikunnista keskustaan sekä myös moniin Tampereen aluekeskuksiin. Runkoreitistön muut väylät täydentävät verkon maantieteellistä kattavuutta erityisesti pientalovaltaisilla tai rakentamisvaiheessa olevilla alueilla.

Vaikka runkoreitistön tavoitevuosi on 2020, voidaan tarkastella, miten runkoreitit sijoittuvat tiedossa oleviin maankäyttösuunnitelmiin nähden. Tampereen kantakaupungin yleiskaavan 2040 mukaiset merkittävimmät asumisen uudet tai täydennysrakentamisen alueet itä-Tampereen Ojalan aluetta lukuun ottamatta on esitetty kuvassa 6.37. Täysin uusia tai merkittävästi laajenevia työpaikka- tai teollisuusalueita yleiskaavassa ei juuri ole, merkittävimmin muutosalueina voi näiltä osin pitää Myllypuroa aivan kantakaupungin länsiosassa ja Aitovuorta aivan kantakaupungin koillisosassa (Tampereen kaupunki 2017d).



Kuva 6.37. Kantakaupungin yleiskaavan 2040 mukaiset asumisen uudis- tai täydennysrakentamisalueet (muokattu lähteestä Tampereen kaupunki 2017a, s. 34, 36, 38, 40, 42)

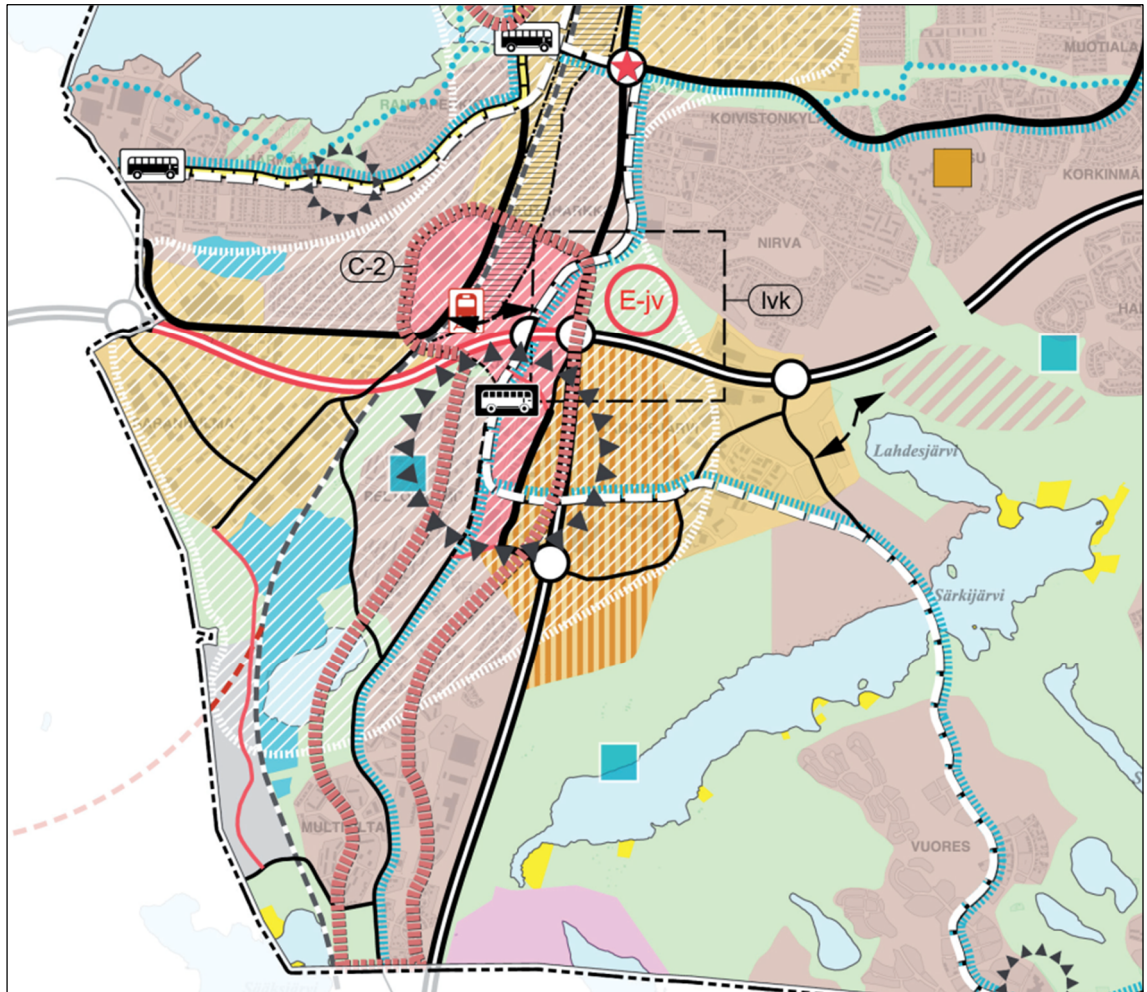
³⁴ Tampereella *kaupunginosa* on teknisesti ottaen lähinnä asemakaavoissa ja virastokartassa käytettävä aluejako, eikä esimerkiksi kaupunginosien välisiä rajoja ole tästä johtuen paikoin määritelty ollenkaan. Tampereen tilastoaluejako noudattaa kuitenkin melko hyvin kaupunginosarajoja, joten tässä työssä tilastoalueet tulkitaan kaupunginosiksi. Tällöinkään tilastoalueiden viralliset nimet eivät aina vastaa alueiden yleisessä käytössä olevia nimiä – esimerkiksi Tesoma-nimistä tilastoaluetta tai kaupunginosaa ei ole olemassa, vaan alueen virallinen nimi on Tesomajärvi. Yleisesti alue tunnetaan silti nimenomaan Tesoma-nimellä.

Kun verrataan kuvia 6.36 ja 6.37 toisiinsa, havaitaan, että esitetyistä 16 uudis- ja täydennysrakentamisen alueesta ainoastaan Raholan vedenpuhdistamon alue länsi-Tampereella sekä Hallilan ja Lahdesjärven välinen alue etelä-Tampereella jäävät etäälle ehdotetusta runkoreitistöstä. Ojalan alue jää tosin myös runkoreitistön ulkopuolelle, mutta alue olisi helposti kytkettävissä niin Aitolahdentiehen esimerkiksi Tasanteen alueella kuin Orimuskatuun Atalan-Holvastin alueella. Näin ollen runkoreitistöehdotuksen voidaan arvioida vastaavan varsin hyvin myös pidemmän aikavälin liikennetarpeisiin.

Lopuksi tarkastellaan, miten ehdotus runkoreitistöstä vastaa aiemmin taulukossa 6.1 esiteltyihin vaatimuksiin pyöräilyn verkkosuunnittelun ratkaisusta. Tämä onnistumistarkastelu on esitetty taulukossa 6.5 seuraavalla sivulla. Yleisesti ottaen voidaan kuitenkin todeta, että 11 vaatimuksesta kuuden voidaan katsoa täyttyneen ja yhden vaatimuksen (kohta 5) jääneen täyttymättä. Jäljelle jääviä neljää vaatimusta ei voida suoraan täyttää tämän tarkkuustason suunnittelussa, mutta ehdotus runkoreitistöstä ei myöskään itsessään estä täyttämästä näitä vaatimuksia.

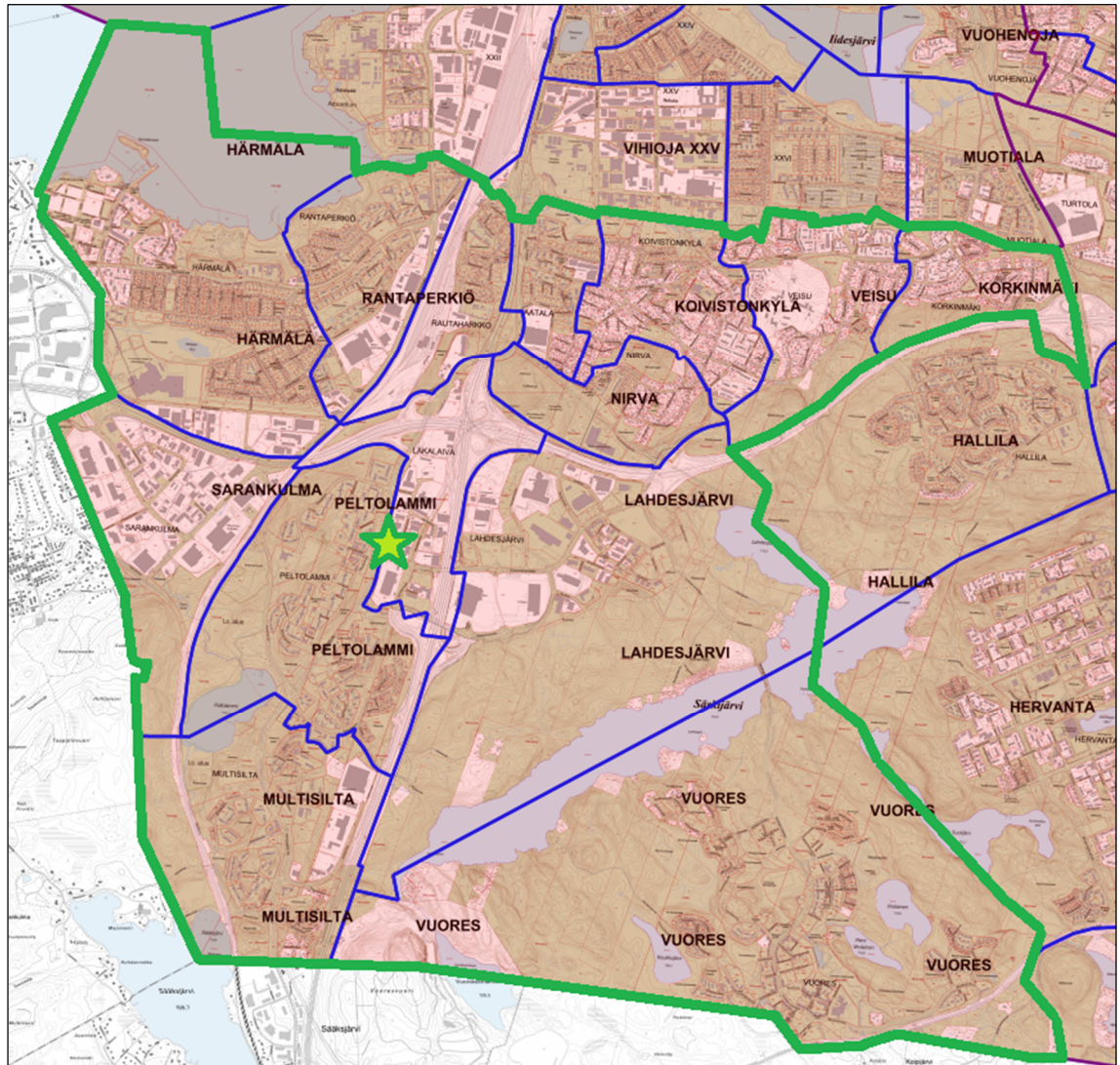
Taulukko 6.5. Runkoreitistön laadinnan onnistuminen suhteessa pyöräilyn verkkosuunnittelun vaatimuksiin (vaatimukset muokattu lähteestä Liikennevirasto 2014, s. 35, 37).

Vaatus	Onnistuminen
1. "Verkko on jatkuva"	+ Väylästä vain 5 päättyy muualle kuin kuntarajaan tai toiseen väylään.
2. "[Verkon] osilla on selkeä toiminnallinen luokitus"	+ Kaikki väylät ovat runkoreittejä. Ne on luokiteltu keskinäiseen tärkeysjärjestykseen.
3. "Ylemmän toiminnallisen luokituksen mukaiset reitit – ovat nopeita ja suoria"	+ Työssä on etsitty nopeimmat reitit työmatkoille. Tällöin väylät ovat myös melko suoria.
4. "Korkeuseroja vältetään"	+ Korkeuseroja on vältetty aina kun tasainen reitti on nopeampi kuin mäkinen.
5. Verkko on riittävän tiheä, "[väylien] väli tiheästi rakennetulla alueella 500-1000 m"	- Väylät ovat usein suositeltua harvemmassa. Toisaalta verkko sisältää lähes kaikki väylät, joiden pyöräilypotentiaali puoltaa runkoreitin asemaa.
6. "Verkon tulee soveltua myös pitkämatkaiselle pyöräliikenteelle"	+ Verkko pohjautuu enintään noin 10 kilometrin työmatkojen tarkasteluun sekä seudullisten pyöräreittien tarkasteluun.
7. "Reitit ovat helposti hahmotettavia"	? Varmistettava jatkosuunnittelussa.
8. "Keskustoissa pyöräilijöille tarkoitetut omat reitit sijoitetaan keskeisesti"	+ Pyöräilyn potentiaalitarkastelujen perusteella Hämeenkatu on yksi koko Tampereen korkeimman potentiaalin pyöräilyväylästä.
9. "Vältetään tasoylityksiä varsinkin vilkkaiden ajoratojen poikki"	? Varmistettava jatkosuunnittelussa.
10. "Liikennevaloin ohjattuja risteyksiä vältetään"	? Varmistettava jatkosuunnittelussa. Potentiaalitarkasteluissa käytetty paikkatietomalli ei huominnoinut liikennevaloja.
11. "Pyörätien sijoittelua tien puolelta toiselle vältetään"	? Varmistettava jatkosuunnittelussa. Paikkatietomallissa tällaisia siirtymiä oli, mikäli siirtymä vaikutti matka-aikaan sitä lyhentävästi.



Kuva 7.2. Hyväksytyn yleiskaavan maankäyttö Lakalaivan ympäristössä (Tampereen kaupunki 2017d).

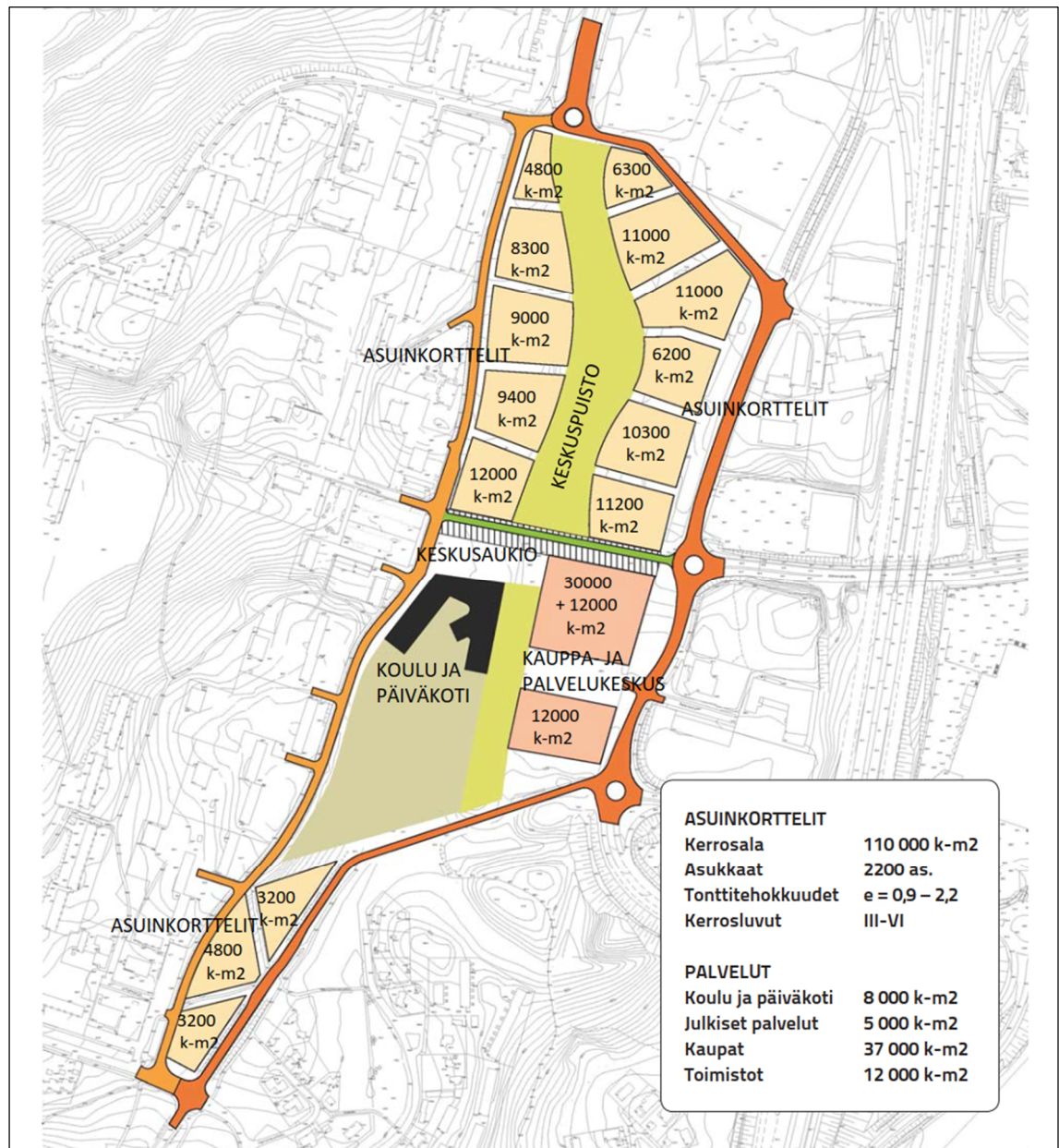
Tässä luvussa tarkastellaan Lakalaivan aluekeskuksen saavutettavuutta pyöräillen. Näin ollen tarkastelualueena on Tampereen ns. eteläinen suuralue sekä soveltuvien osien myös joitakin alueita Pirkkalasta (Partola ja Toivio). Pääpaino on kuitenkin aluekeskusta lähimpien asuinalueiden – Rautaharkon, Taatalan, Koivistonkylän, Nirvan, Multisillan ja erityisesti Härmälän ja Rantaperkiön – saavutettavuuden tarkastelussa. Tarkastelualue on esitetty erikseen kuvassa 7.3 paksulla vihreällä viivalla rajattuna. Kuvaan on merkitty myös Tampereen tilastoalueet rajoineen sinisellä värillä. Suunnitellun aluekeskuksen sijainti on puolestaan merkitty vihreällä tähdellä.



Kuva 7.3. Tarkastelualue Tampereen eteläinen suuralue (muokattu lähteestä Tampereen kaupunki 2017c³⁶).

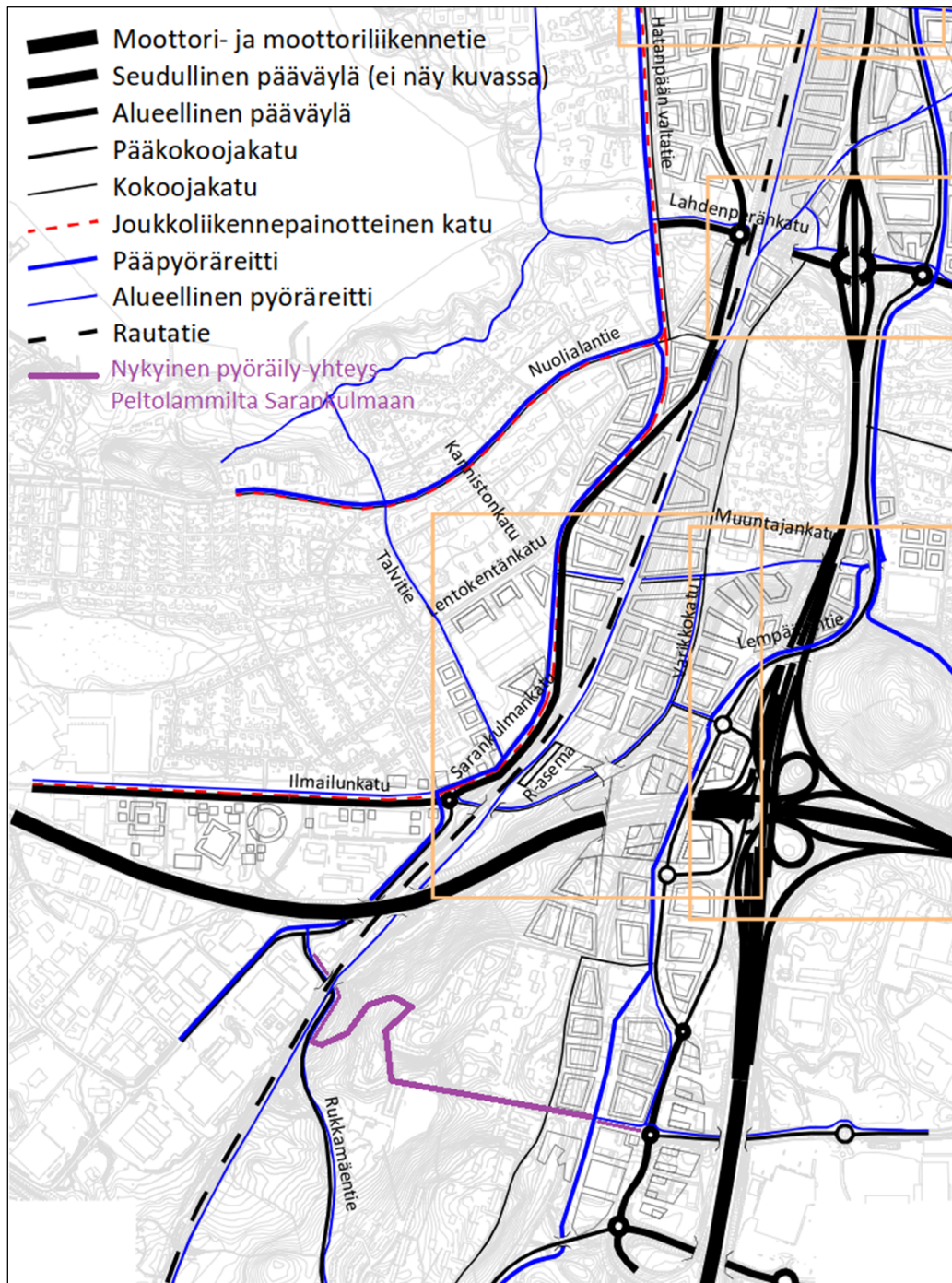
Aluekeskukseen on kantakaupungin yleiskaavan 2040 selostuksen mukaan tarkoitus sijoittaa ”koulu, päiväkoti, nuorisotila, neuvola, kirjasto sekä matalan kynnyksen palveluita” (Tampereen kaupunki 2017a, s. 42). Aluekeskuksen sisäisestä rakenteesta on tehty yleiskaavatyön yhteydessä jonkin verran hahmotelmia. Näistä tarkimmat ovat raportissa *Viitesuunnitelma Peltolammin koulun sijoittamisesta kehittyvään Lakalaivaan* vuodelta 2014. Viitesuunnitelmassa on esitetty aluekeskuksen kaupallisten ja koulutuspalveluiden sijoittamista nykyisten Lempääläntien, Automiehenkadun ja Rekkakadun rajaamalle alueelle. Kuvassa 7.4 on esitetty ote viitesuunnitelmasta. Kuvassa keskiosassa vihreällä näkyvä vaakasuuntainen väylä on osa nykyistä Automiehenkatua. (Tampereen kaupunki 2014d, s. 7)

³⁶ Tarkasteltavat tasot: suuralueet, tilastoalueet ja virastokartta (kuvakaappaus 5.5.2017).



Kuva 7.4. Ote Peltolammin koulun sijoittamisen viitesuunnitelmasta (Tampereen kaupunki 2014d, s. 7).

Etelä-Tampereella pyöräteiden verkko on moniin Tampereen alueisiin nähden verraten suppea. Alueen läpi kulkee kuitenkin useampia pyöräilyn pääreittejä, kuten edellisen kuvan kuvasta 6.1 havaitaan. Kun alueen pyöräteitä tarkastellaan laajemmin, havaitaan kuitenkin, että pääreittien välillä ei ole juurikaan ajoradasta erillisiä pyöräilyväyliä tai edes yhdistettyjä pyöräteitä ja jalkakäytäviä. Esimerkiksi Härmälässä Ilmailunkadun ja Nuolialantien välisen alueen kaduilla pyöräilijöiden tulisi ajaa ajoradalla. Osa pyöräilyväylistä on myös hyvin mutkaisia suhteessa linnuntiereitteihin: esimerkiksi Peltolammin pohjoisosasta Härmälään kuljettaessa täytyy pyöräillä Rukkamäntien kautta, sillä Rukkamäntien ja siitä lähes 2,4 kilometriä koilliseen sijaitsevan Lahdenperänselän välillä ei ole pyöräilyväylää rautatien ali tai yli. Aluetta halkovilla moottoriteillä ja rautatiellä onkin merkittävä estevaikutus niin pyöräilyn kuin kävelynkin kannalta. Tarkastelualueen



Kuva 7.6. Ote Viinikka-Rautaharkko-rakennetarkastelussa esitetystä Lakalaivan ja Härmälän liikenneverkosta vuodelle 2040 (muokattu lähteestä Tampereen kaupunki 2016c)³⁸.

³⁸ Kuvan selite on nykyistä pyöräily-yhteyttä koskevaa mainintaa lukuun ottamatta alkuperäislähteen mukainen, joten selitteen termi ”pyöräreitti” vastaa tässä työssä käytettyä termiä ”pyörätie”.

7.2 Pyöräillen saavutettavuuden skenaariotarkastelut

Tässä alaluvussa skenaariotarkastelut pohjautuvat edellisessä alaluvussa esitettyyn palveluiden sijoittumiseen Lakalaivan suunnitellussa aluekeskuksessa. Sen sijaan pyöräilyväylästä muutetaan eri skenaarioiden välillä. Tarkoituksena on selvittää, millaisella pyöräilyväylästä aluekeskuksen saavutettavuudesta saataisiin mahdollisimman hyvä. Käytännössä tämä analyysi tehdään paikkatietoaineistojen perusteella ArcGis-ohjelmistolla. Pyöräilyväylästä kuuluvat kaikki väylät, joilla pyöräilyä ei ole lähtökohtaisesti kielletty – käytännössä siis moottoriteitä lukuun ottamatta kaikki väylät.

Työn alaluvussa 3.2 on todettu, että 2,5 kilometrin pituisia matkoja palveluihin pidetään vielä usein kohtuullisina. Näin ollen pyöräilyn saavutettavuusalueetarkasteluissa on käytetty saavutettavuusalueen maksimietäisyytenä 2,5 kilometriä tai vastaavaa etäisyyttä muunnettuna toiseen yksikköön, käytännössä sekunneiksi.

7.2.1 Saavutettavuus nykyisellä liikenneverkolla

Saavutettavuustarkastelun lähtökohtana oli tutkia, millainen olisi Lakalaivaan suunnitellun aluekeskuksen saavutettavuus pyöräillen nykyisellä liikenneverkolla. Aluekeskuksen saavutettavuutta tarkasteltiin sen estimoituun keskipisteeseen sijoitetun pisteen saavutettavuuden avulla³⁹. Saavutettavuustarkastelun vertailuaineistoksi tarkasteltiin 2,5 kilometrin saavutettavuusalueita linnuntietä pitkin ja liikenneverkkoa pitkin. Linnuntie-etäisyystarkasteluun käytettiin ArcMapin puskurointityökalua⁴⁰ ja liikenneverkkotarkasteluun ArcMapin Network Analyst -lisäosaa ja sen Service Area -toimintoa⁴¹. Tätä Service Area -toimintoa käytettiin myös kaikissa muissa liikenneverkkoon perustuneissa Lakalaivan saavutettavuustarkasteluissa.

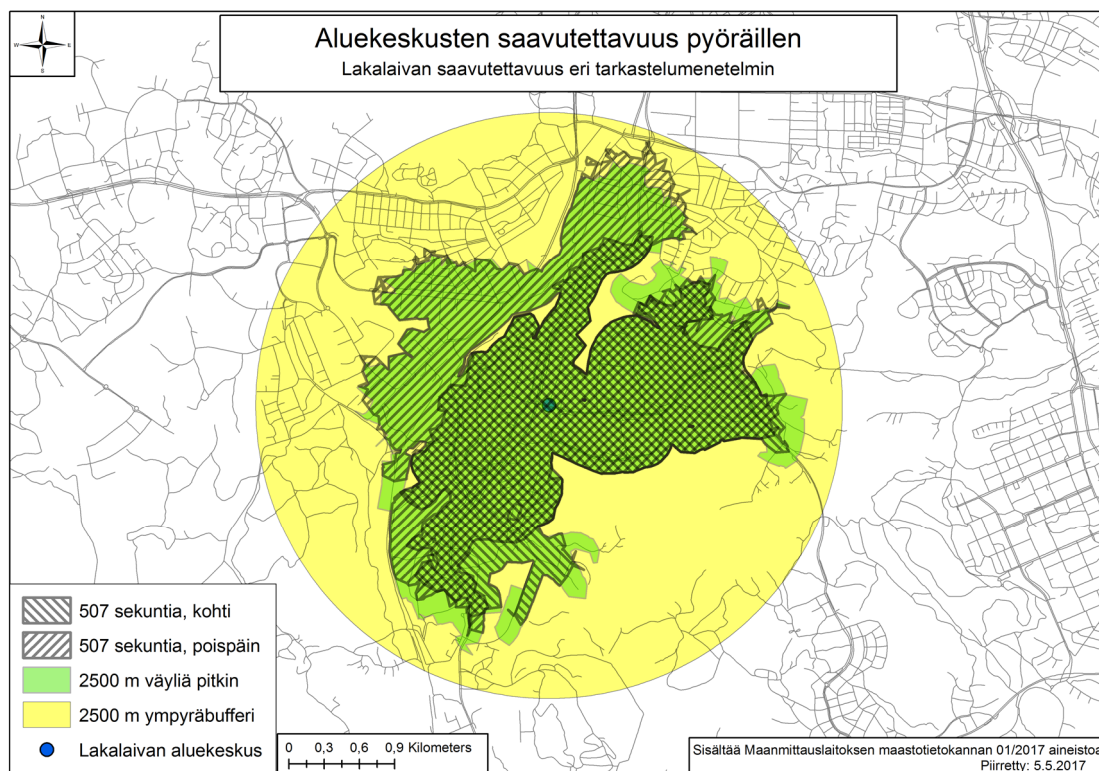
Käytettäessä Kauppisen mallin pohjalta rakennettua liikennemallia saavutettavuusalueeksi määriteltiin 2,5 kilometrin tasamaalla pyöräilyä vastaava aika 507 sekuntia⁴². Koska malli huomioi mäkisyyden, tehtiin saavutettavuusalueetarkastelu sekä tarkastelupistettä kohti, että siitä pois päin suuntautuville matkoille. Tarkastelussa selvitettiin siis alue, joka on saavutettavissa Lakalaivan aluekeskuksesta liikenneverkkoa pitkin pyöräillen 507 sekunnissa, sekä alue, jolta Lakalaivan aluekeskus on saavutettavissa liikenneverkkoa pitkin pyöräillen 507 sekunnissa. Tuloksena saatiin kuva 7.7, jossa on esitetty edellä kuvattujen neljän tarkastelumenetelmän antamat tulokset Lakalaivan aluekeskuksen saavutettavuudesta nykyisellä liikenneverkolla.

³⁹ Tarkastelupisteen sijainti ETRS-TM35FIN-koordinaatistossa on $[X; Y] = [327421,303436; 6817762,35798]$.

⁴⁰ Geoprocessing-valikossa työkalu Buffer.

⁴¹ Service Area Properties -asetuksissa Polygon Generation -välilehdellä kohdassa Polygon Type käytettiin asetuksia Detailed ja Trim Polygons: 100 Meters. Näitä asetuksia käytettiin myös muissa liikenneverkkoon pohjautuneissa saavutettavuusalueetarkasteluissa.

⁴² $2,5 \text{ km} / (17,75 \text{ km/h} / 3600 \text{ s/h}) = 507,04 \dots \text{ s} \approx 507 \text{ s}$.

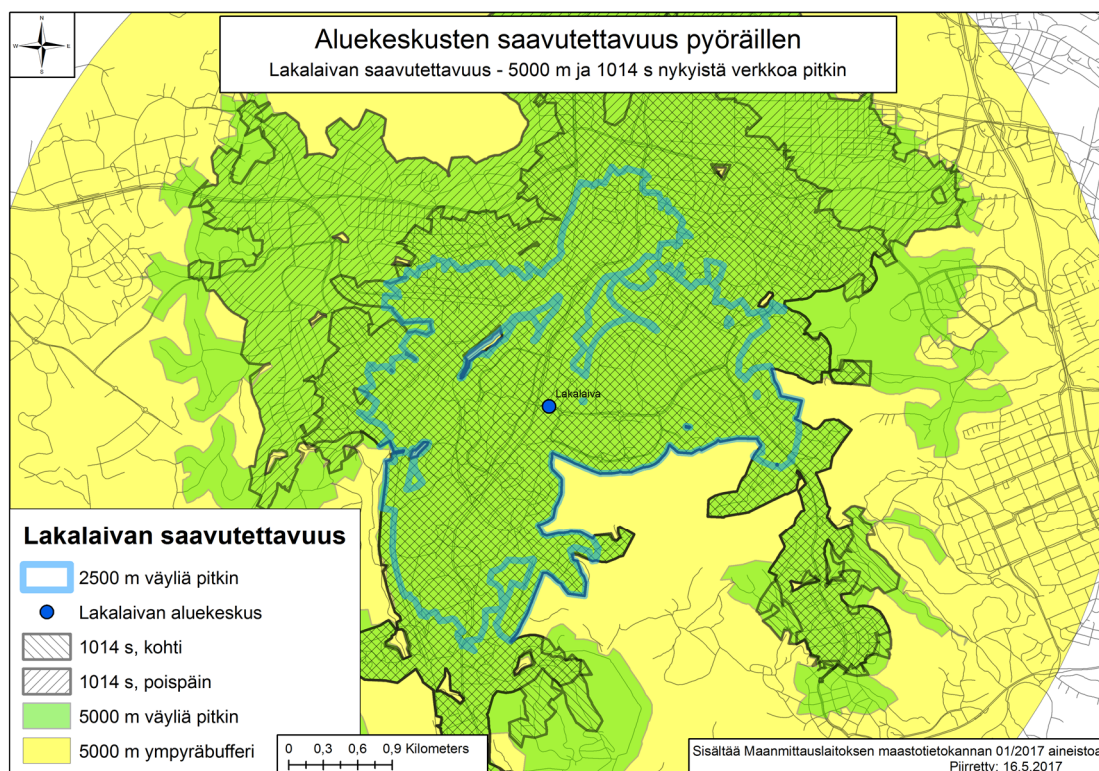


Kuva 7.7. Lakalaivan aluekeskuksen saavutettavuus etäisyys- ja Kauppisen matka-aikamenetelmällä tarkasteltuna.

Kuvan 7.7 perusteella havaitaan, että saavutettavuusalue linnuntietä on ennakkoidusti huomattavasti laajempi kuin muilla metodeilla saadut saavutettavuusalueet. Toisaalta tästä voidaan myös päätellä, että Härmälän ja Koivistonkylän alueilta, samoin kuin Pirkkalan Toiviosta, Lakalaivan saavutettavuus on heikompi kuin mitä näiden alueiden ja Lakalaivan välisen etäisyyden perusteella voisi olla. Eteläisen suuralueen tilastoalueista Vuores, Veisu ja Korkinmäki jäävät jo linnuntietarkastelussa pääosin 2,5 kilometrin saavutettavuusalueen ulkopuolelle.

Liikenneverkkoa pitkin tehdyistä reitityksistä 2500 metrin etäisyystarkastelu ja 507 sekunnin matka-aikatarkastelu Lakalaivasta pois päin antavat varsin samanlaisia tuloksia. Lakalaivasta lähdettäessä 507 sekunnin etäisyydelle sijoittuvat muun muassa Ilmailunkatu ja Härmälän eteläisimmät osat, Rautaharkko, Lahdesjärven alue ja Nirvassa sijaitseva aikuiskoulutuskeskus, Multisillan pohjoisimmat korttelit sekä Sarankulman työpaikka-alueen itäosa. Koivistonkylä jää puolestaan pääosin tämän saavutettavuusalueen ulkopuolelle. Sen sijaan tarkasteltaessa alle 507 sekunnin matkoja Lakalaivaan havaitaan, että saavutettavuusalue rajautuu lännessä jotakuinkin rautatiehen ja pohjoisessa Rautaharkon ja Lahdesjärven väliseen voimalinjaan. Idän ja etelän suunnista Lakalaiva on sen sijaan varsin hyvin saavutettavissa.

Työssä tarkasteltiin vielä erikseen Lakalaivan aluekeskuksen laajempia, 5 kilometrin etäisyys- ja 1014,1 sekunnin⁴³ matka-aikasaavutettavuuden alueita. Näistä 5 kilometrin etäisyysvyöhyke kattaa Tampereen eteläisen suuralueen lähes kokonaisuudessaan ja myös alue, joka on saavutettavissa Lakalaivasta enintään 1014,1 sekunnissa, kattaa lähes koko suuralueen. Sen sijaan alueet, joista Lakalaiva on saavutettavissa enintään 1014,1 sekunnissa, ovat merkittävästi suppeammat. Esimerkiksi Härmälän länsiosaa jää kokonaan tämänkin saavutettavuusalueen ulkopuolelle. Laajempien saavutettavuusalueiden tarkastelu on esitetty kuvassa 7.8.



Kuva 7.8. Lakalaivan aluekeskuksen laajempi saavutettavuusalue.

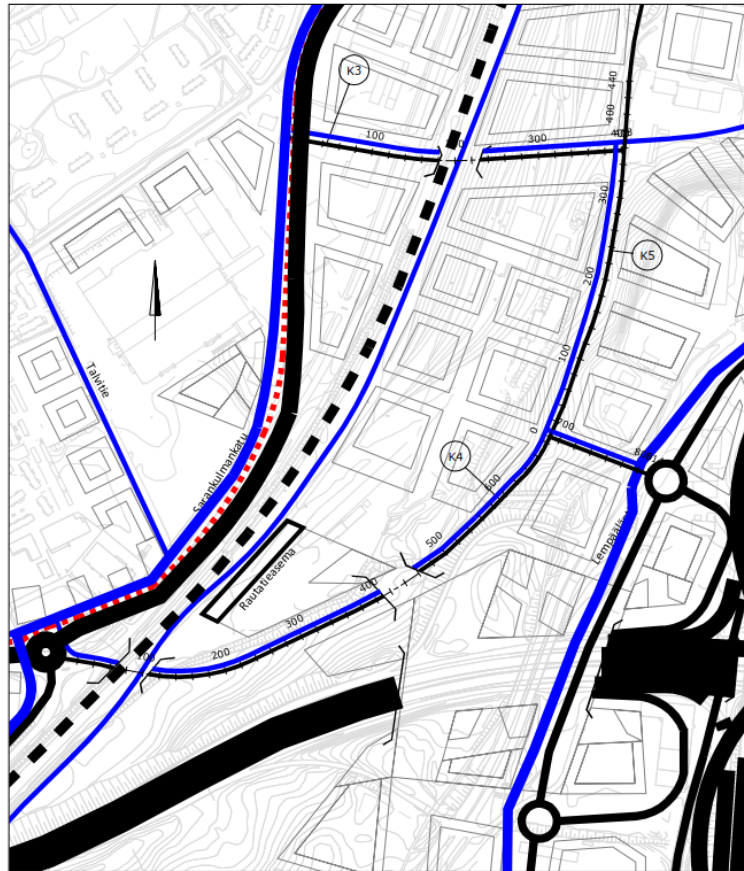
7.2.2 Saavutettavuus ehdotetulla tulevaisuuden liikenneverkolla

Tässä alaluvussa tutkitaan, millainen olisi Lakalaivan aluekeskuksen saavutettavuus pyöräillen, jos Viinikka-Rautaharkko-rakennetarkastelussa esitetty liikenneverkko toteutettaisiin. Olennaisimmat erot nykyiseen liikenneverkkoon ovat tässä vaihtoehdossa yhteydet Ilmailunkadun itäpäästä sekä Sarankulmankadulta Lempääläntielle – nämä on esitetty tarkemmin kuvassa 7.9 merkinnöillä K3, K4 ja K5. Suunnitelluista itä-länsisuuntaisista pyöräteistä erityisesti eteläisimmän K4:n korkeuserot ovat varsin merkittävät – noin 30 metriä 800 metrin matkalla (Tampereen kaupunki 2017c⁴⁴). Väylä on kuitenkin rakennetarkastelun mukaan toteutettavissa siten, että väylä toteuttaisi esteettömyyden perustason

⁴³ vrt. alaluku 6.4.1

⁴⁴ Tarkasteltava taso: kantakartta.

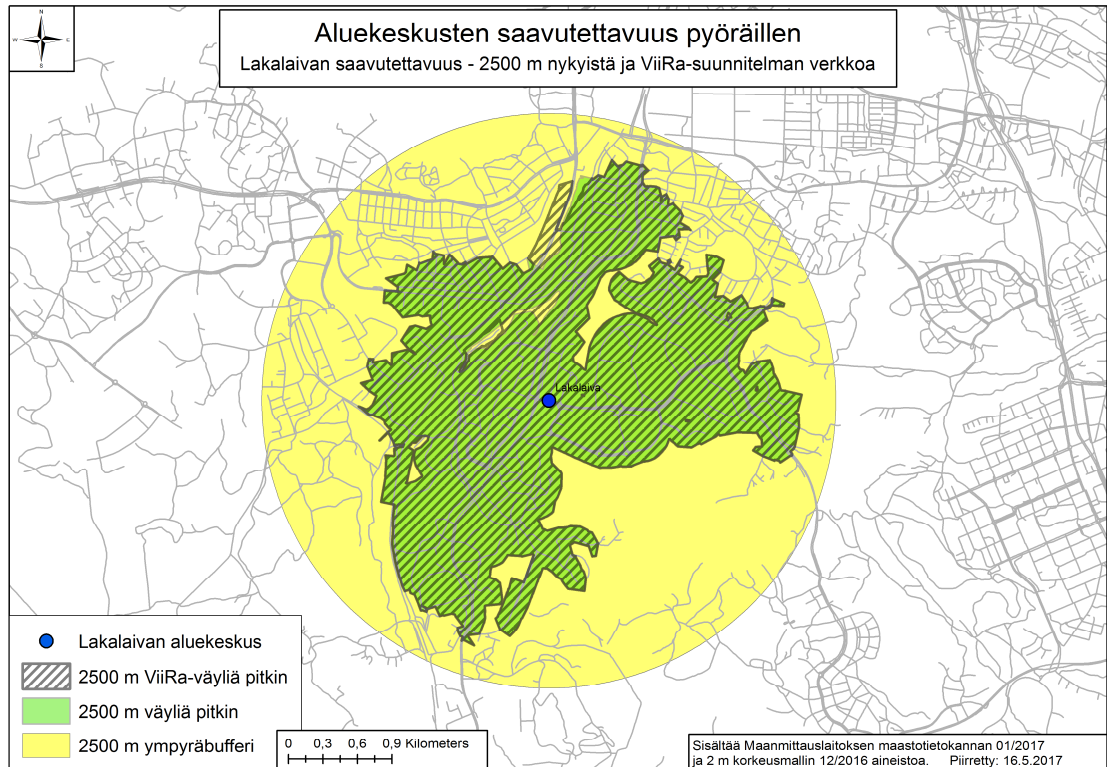
8 % maksimikaltevuusehdon (Tampereen kaupunki 2016c, s. 68; Liikennevirasto 2014, s. 80)



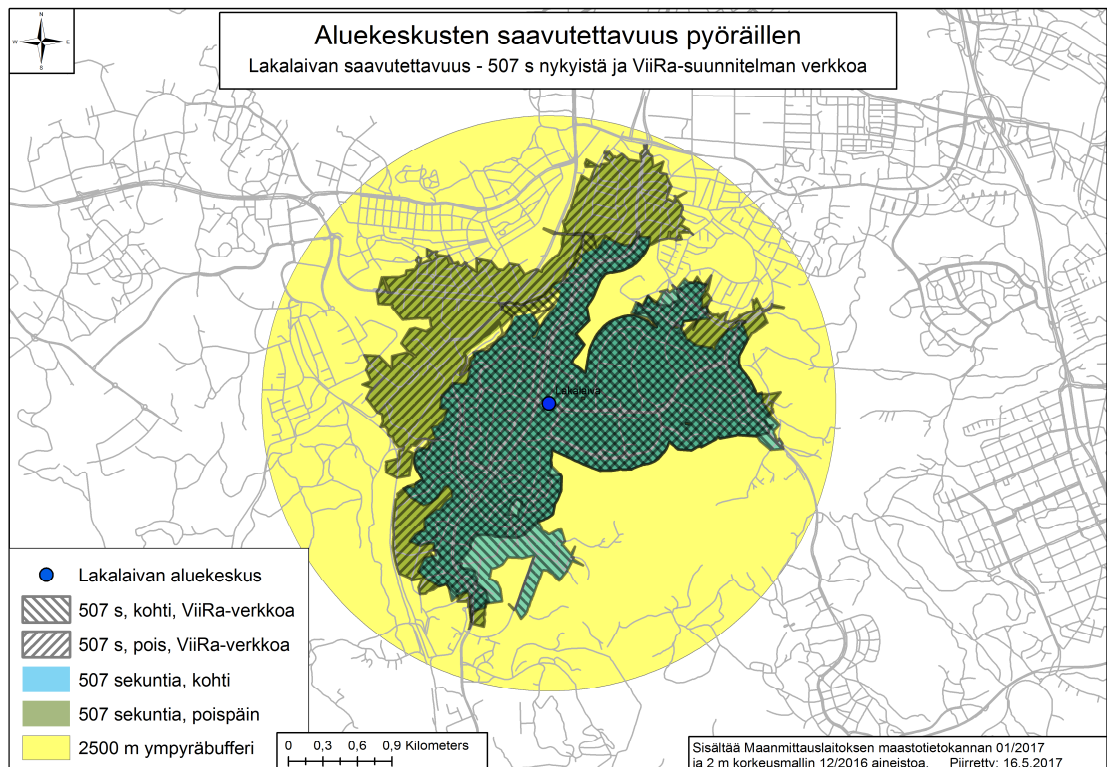
Kuva 7.9. Härmälän ja Lakalaivan välille esitetyt uudet liikenneväylät (Tampereen kaupunki 2016c, s. 69).

Väylät K3, K4 ja K5 kuvattiin karkealla tasolla saavutettavuustarkasteluissa käytettyyn liikenneverkkotietokantaan. Näiden väylien kaltevuudet, samoin kuin pyörimiseen kuuluvat matka-ajat, arvioitiin Maanmittauslaitoksen 2 metrin korkeusmalliaineiston (joulukuu 2016) perusteella – jokaiselle väylää kuvaavan murtoviivan pisteelle saatiin korkeustieto rasteriaineistosta. Rasteriaineiston korkeustarkkuus on kuitenkin vain yksi metri, joten kaltevuudet ja siten myös väylien matka-ajat ovat todennäköisesti epätarkempia kuin Maanmittauslaitoksen omasta väyläaineistosta laskettaessa.

Kun Lakalaivan aluekeskuksen saavutettavuutta tarkasteltiin näillä ViiRa-väylillä täydennetyllä liikenneverkolla, havaitaan kuitenkin, että aluekeskusta kuvaavan tarkastelupisteen saavutettavuus ei etäisyysperusteisella tarkastelulla muutu nykytilanteesta juuri lainkaan. Sama havainto tehdään myös tarkasteltaessa 507 sekunnin matkoja Lakalaivasta ja Lakalaivaan. Etäisyysperusteinen tarkastelu on esitetty kuvassa 7.10 ja matka-aikaperusteinen kuvassa 7.11. Tilanne on sama myös silloin, kun saavutettavuuden tarkastelupisteenä käytetään Lempääläntien ja Säästäjänkadun liittymää.



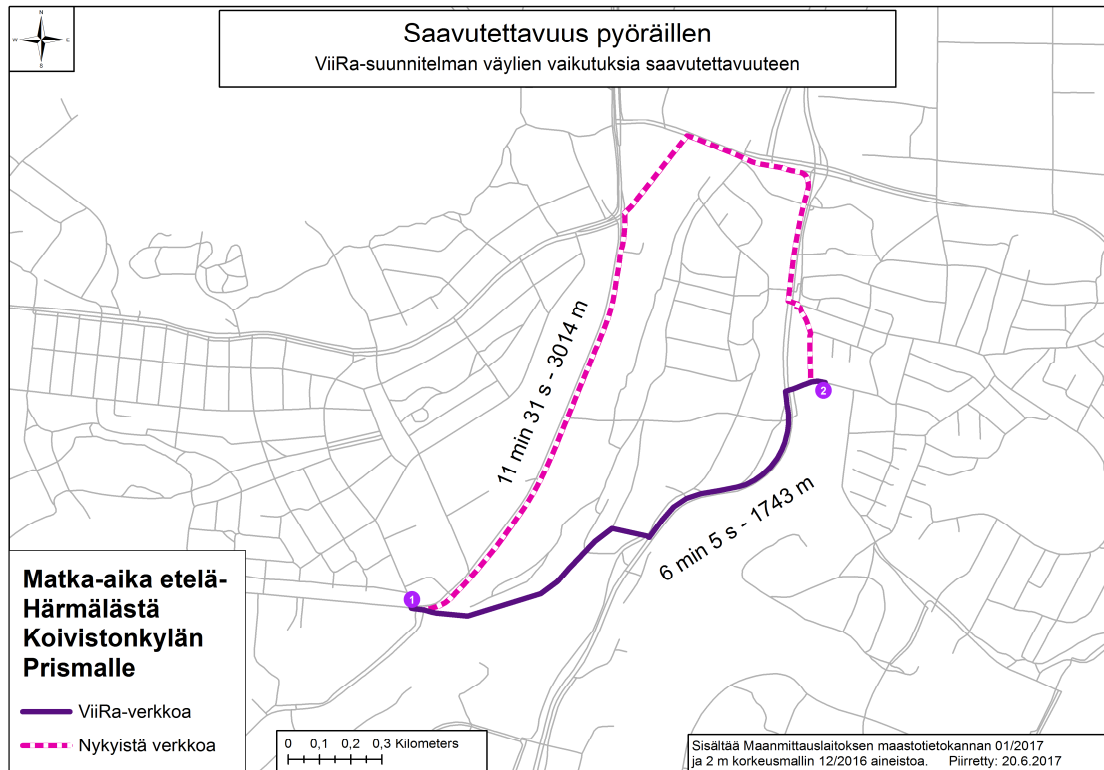
Kuva 7.10. Lakalaivan etäisyysperusteinen saavutettavuus nykyisillä ja ViiRa-väylillä.



Kuva 7.11. Lakalaivan matka-aikaperusteinen saavutettavuus nykyisillä ja ViiRa-väylillä.

Sen sijaan esimerkiksi pyöräiltäessä Härmälän eteläosasta Koivistonkylän Prismaan matka-aika saattaisi lyhentyä kuvan 7.12 mukaisesti jopa 5 minuutilla, mikäli ViiRa-

suunnitelman väylät toteutettaisiin. Koivistonkylästä Härmälän suuntaan matka-ajan lyhenisi arviolta 3 minuuttia. Näin ollen ainakin joidenkin ViiRa-väylien toteuttaminen voi olla järkevää, vaikkeivät ne parantaisikaan nimenomaan Lakalaivan saavutettavuutta.



Kuva 7.12. Esimerkki yhteysvälistä, jolla ViiRa-suunnitelman väylät parantaisivat saavutettavuutta merkittävästi.

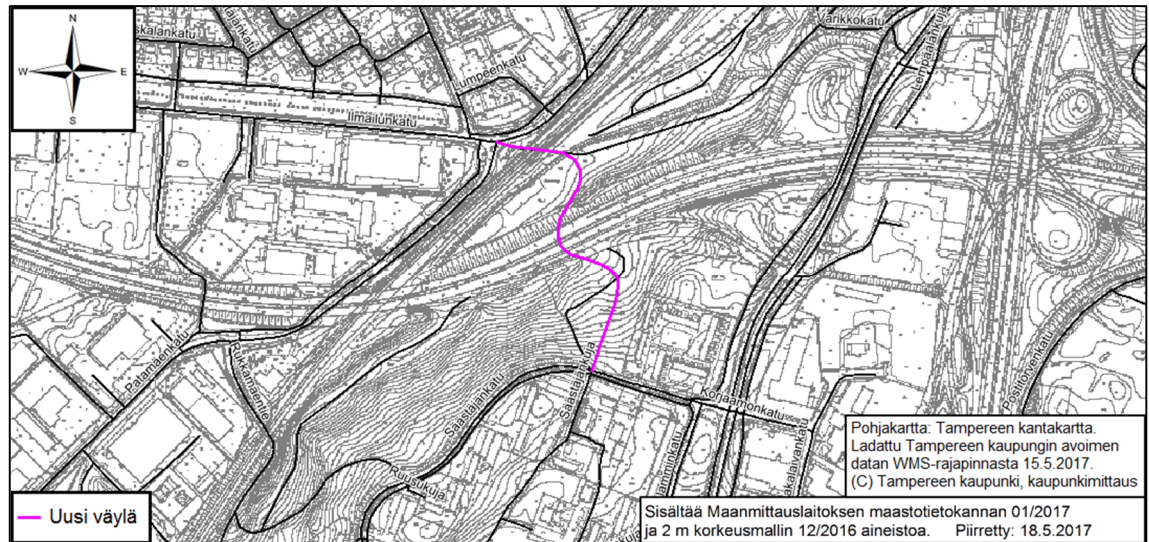
7.2.3 Liikenneverkon vaihtoehtoiset ratkaisut

Tässä alaluvussa tutkitaan, pystytäänkö Lakalaivan aluekeskuksen saavutettavuutta kehittämään jollakin sellaisella väyläyhteydellä, jota ei ole esitetty maankäytön kehittämissuunnitelmissa. Alaluvussa ei käsitellä yhteyksien rakentamiskustannuksia tai useimpia muitakaan rakennettavuuteen vaikuttavia tekijöitä, vaan tarkastelun on tarkoitus olla luonteeltaan teoreettinen. ViiRa-raportissa esitetyt väylät ovat mukana myös tämän alaluvun tarkasteluissa.

Edellisten alalukujen perusteella tunnistetaan yksi yhteystarve: nykyistä suurempi reitti Lakalaivan ja Härmälän välille. Yhteystarpeen täyttävän väylän suunnittelu on kuitenkin käytännössä hankalaa, jollei mahdollonta johtuen Lakalaivan ja Härmälän välissä sijaitsevista rautatiestä ja moottoritiestä, jotka tulee joko ylittää tai alittaa, sekä näiden kahden kaupunginosan välisestä noin 35 metrin korkeuserosta (ks. Tampereen kaupunki 2017c⁴⁵). Koska halutaan tutkia sitä, vaikuttaisiko tällainen suora väylä Lakalaivan saavutettavuuteen pyöräillen, lisättiin paikkatietomalliin kuvan 7.13 mukainen kuvitteellinen

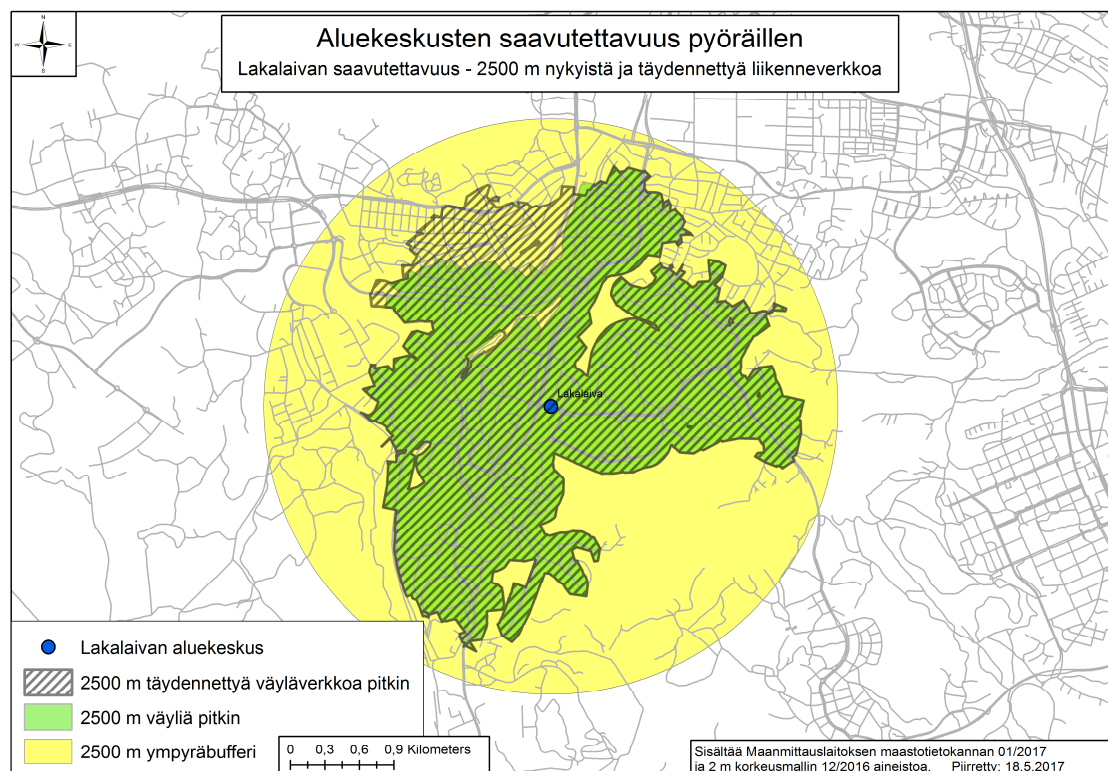
⁴⁵ Tarkasteltava taso: kantakartta.

väylä, jolla vaikutuksia testattiin. Kuvitteellinen väylä ei kuitenkaan toteuta esimerkiksi *Jalankulku- ja pyöräilyväylien suunnittelu* -ohjeen mukaista vaatimusta esteettömyyden perustasosta, sillä väylän maksimipituuskaltevuus on yli 12 % esteettömyyteen vaaditun enintään 8 % kaltevuuden sijaan (Liikennevirasto 2014, s. 80).



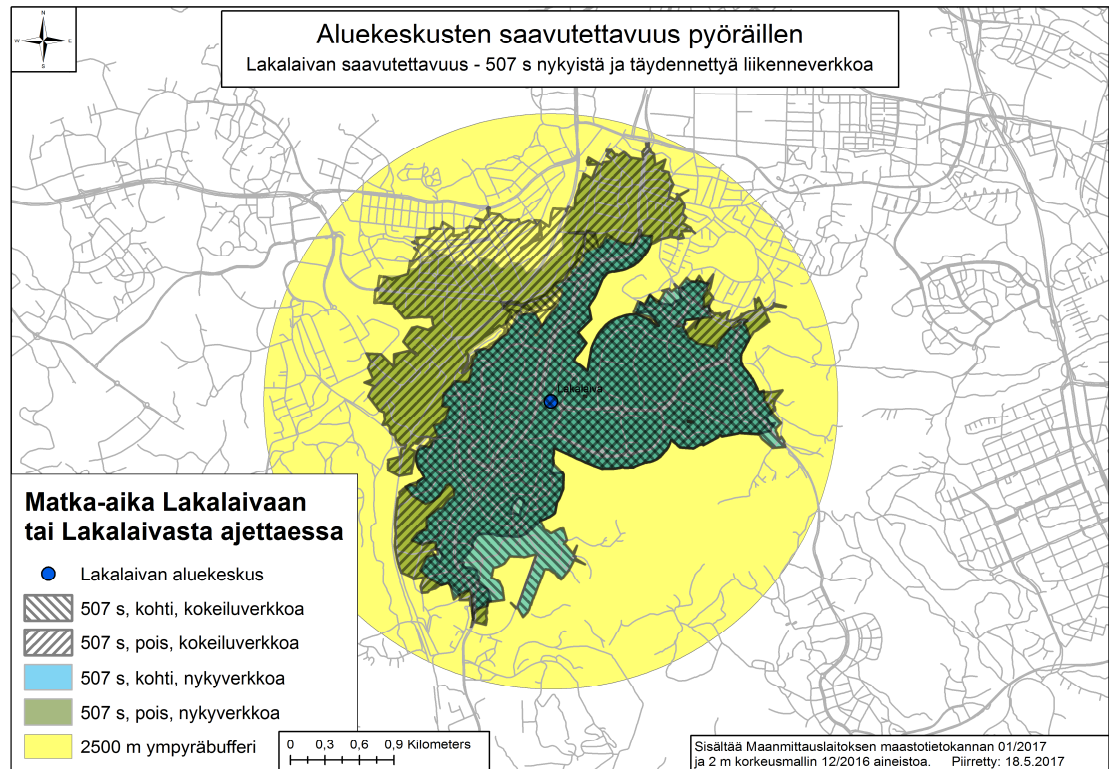
Kuva 7.13. Yhteystarpeen täyttävä kuvitteellinen väylä Lakalaivasta Härmälään.

Kuvitteellisen väylän vaikutusta Lakalaivan saavutettavuuteen tarkasteltiin ensin etäisyysperusteisesti. Tämä tarkastelu on esitetty kuvassa 7.14.



Kuva 7.14. Lakalaivan etäisyysperusteinen saavutettavuus nykyisillä ja ViRa-väylillä täydennettynä Lakalaivan ja Härmälän välisellä kuvitteellisella väylällä.

Kuvan perusteella havaitaan, että kuvitteellinen Lakalaivan ja Härmälän välinen väylä lyhentäisi Härmälän ja Lakalaivan välistä etäisyyttä verraten merkittävästi, jopa noin 500 metrillä. On kuitenkin tarpeen tarkastella myös Lakalaivan ja Härmälän välisiä matka-aikoja tällä täydennetyllä liikenneverkolla. Tällaisen tarkastelun tulokset on esitetty kuvassa 7.15.



Kuva 7.15. Lakalaivan matka-aikaperusteinen saavutettavuus nykyisillä ja ViiRa-väylillä täydennettynä Lakalaivan ja Härmälän välisellä kuvitteellisella väylällä.

Matka-aikaperusteisesta tarkastelusta havaitaan, että kuvitteellinen väylä lyhentäisi matka-aikoja hieman Härmälästä Lakalaivan suuntaan ajettaessa. Lakalaivasta Härmälään ajettaessa kuvitteellisen väylän mahdollistama matka-ajan lyhenemä olisi teoriassa jo melko merkittävä, tosin todellisuudessa ero saattaa olla vähäisempi. Tämä johtuu siitä, että mallissa pyöräilijän vauhti esitetyn kaltaisessa jyrkässä ja mutkaisessa alamäessä on todennäköisesti suurempi kuin vastaavissa oloissa todellisuudessa.

Johtopäätöksenä voidaankin pitää sitä, että Lakalaivan saavutettavuuteen Härmälän suunnasta on perinteisellä polkupyörällä liikkuvan henkilön näkökulmasta vaikea tehdä merkittäviä parannuksia uusin väyläratkaisuin, sillä potentiaaliset väyläratkaisut eivät lyhennä matka-aikoja Härmälästä Lakalaivaan käytännössä ollenkaan. Voi kuitenkin olla järkevää tarkastella laajemmin mahdollisuutta rakentaa mahdollisimman suora yhteys Lakalaivan ja Peltolammin pohjoisosasta Härmälän kaakkoisosaan, sillä tällainen yhteys lyhentäisi kuitenkin näiden kaupunginosien välistä pyöräilymatkaa verraten merkittävästi. Tällöin erityisesti sähköpyörillä liikkuvat voisivat hyötyä väylästä paljonkin. Muutoinkin on hyvä huomioda, että sähköpyörillä liikuttaessa Lakalaivan ja rautatien länsipuolisten

alueiden välinen korkeusero ei olisi niin merkittävä häittatekijä kuin perinteisillä polkupyörillä liikuttaessa.

7.3 Maankäytölliset vertailuvaihtoehdot

Tässä alaluvussa selvitetään maankäytöllisten vertailuvaihtoehtojen avulla, miten palveluiden sijoituspaikan muutokset vaikuttaisivat niiden saavutettavuuteen pyöräillen. Tarkastelut tehdään puhtaasti liikenneverkon mahdollistaman saavutettavuuden näkökulmasta, joten esimerkiksi palvelujen erilaisiin sijoittumisvaihtoehtoihin liittyviä kustannuksia ei ole huomioitu tässä työssä. Eri vaihtoehtojen erilaiset kustannukset on kuitenkin luonnollisesti syytä huomioida ja arvioida riippumatta siitä, millaisia suunnitelmia lopulta päädytään toteuttamaan.

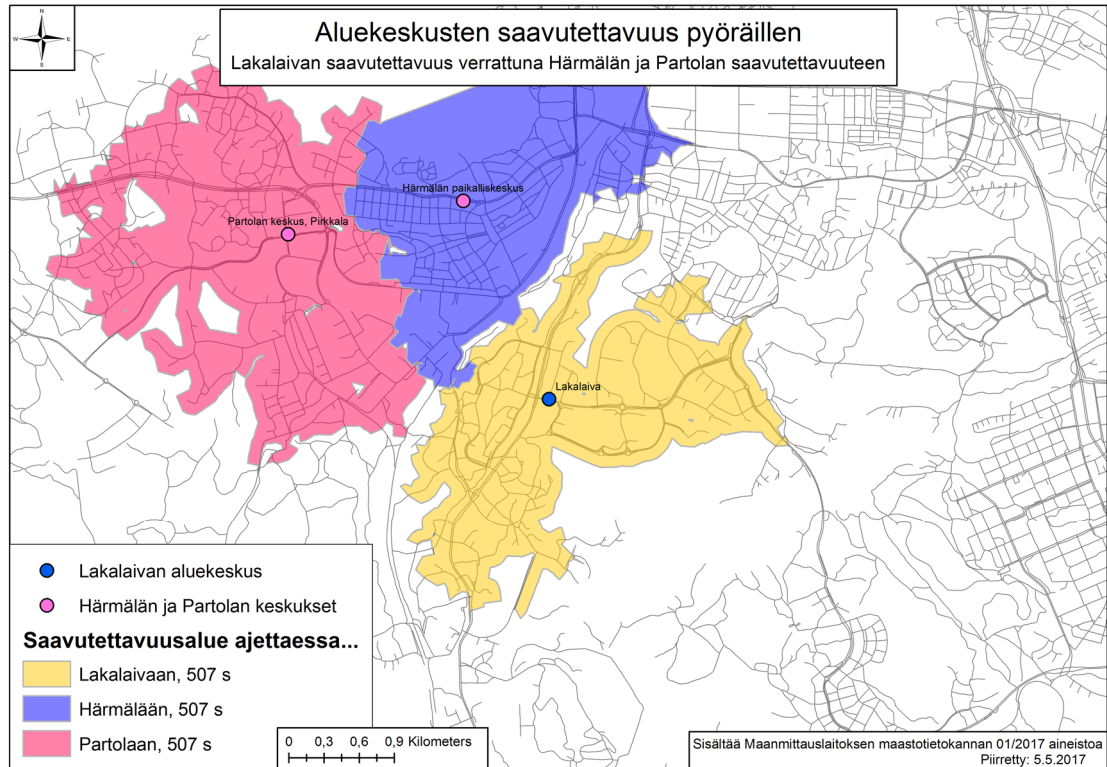
Aiempien tarkastelujen perusteella aluekeskus on suhteellisesti heikoimmin saavutettavissa Härmälän ja Rantaperkiön suunnalta. Härmälään on hyväksytyssä yleiskaavassa suunniteltu lähitorityyppistä paikalliskeskusta, jossa on ajateltu tarjottavan julkisia ja yksityisiä palveluita (Tampereen kaupunki 2017a, s. 42). Palvelutarjonnaltaan paikalliskeskus olisi kuitenkin todennäköisimmin suppeampi kuin aluekeskus. Härmälässä on jo nykyisin lähitori yleiskaavaan merkityssä paikassa; tällä hetkellä siellä tarjotaan erityisesti senioripalveluita, mutta myös pienessä määrin esimerkiksi sosiaali-, terveys-, hyvinvointi- ja ravintolapalveluita (Tampereen kaupunki 2017e).

Härmälän länsipuolella, Pirkkalan puolella kuntarajaa, sijaitsee puolestaan Partolan alue, jonne on keskittynyt runsaasti kaupallisia palveluita. Julkisia palveluita Partolassa ei sen sijaan erityisesti ole, eikä niitä ole esimerkiksi Partolan osayleiskaavassa myöskään erityisesti pyritty sijoittamaan sinne (Pirkkalan kunta 2002). Pirkanmaan 2. maakuntakaavassakin Partolan alue on merkitty kaupallisten palveluiden alueeksi (Pirkanmaan liitto 2017b). Sen sijaan Tampereen kaupunkiseudun rakennesuunnitelmassa 2040 koko Partolan ja Lakalaivan välinen alue on merkitty Lakalaiva-Härmälä-Partolan aluekeskukseksi (Tampereen kaupunkiseutu 2014). Syksyllä 2017 julkisuuteen nousi puolestaan esitys, jonka mukaan Partolaan nykyiselle kaupan alueelle saatettaisiin tulevaisuudessa toteuttaa myös asuinrakentamista sekä julkisia palveluita (mm. Pirkkalainen 2017, s. 8–9). Partolaa koskevia tulevaisuudensuunnitelmia voi siis pitää hieman epäselvinä.

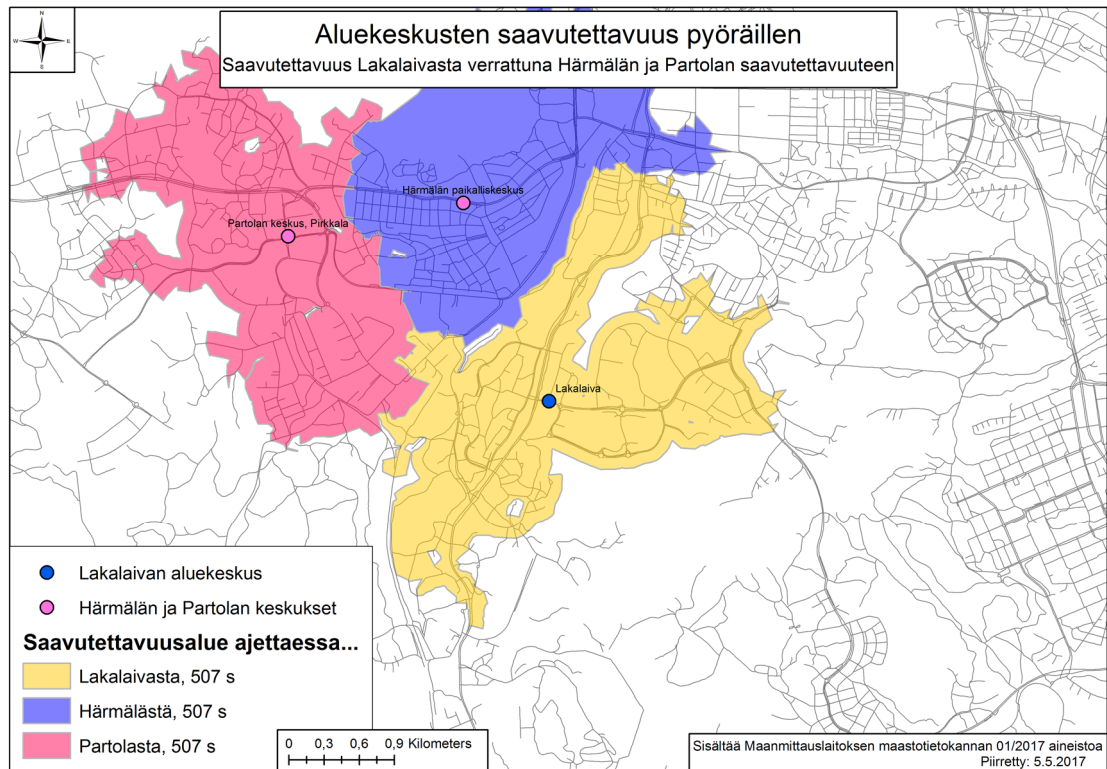
On siis perusteltua tarkastella, miten hyvin Härmälän paikalliskeskus on saavutettavissa pyöräillen ja miten Partolan alue vertautuu saavutettavuudeltaan Lakalaivan aluekeskukseen Härmälän ja Rantaperkiön alueilla asuvan potentiaalisen pyöräilijän näkökulmasta. Nämä tarkastelut tehtiin ensiksi nykytilan mukaisella liikenneverkolla. Kuvassa 7.16 on esitetty Lakalaivan, Härmälän ja Partolan keskusten⁴⁶ 507 sekunnin eli noin 2,5 kilometrin saavutettavuusalue tarkasteltaessa keskuksiin suuntautuvia matkoja ja kuvassa 7.17

⁴⁶ Keskuksia kuvaavat tarkastelupisteet ETRS-TM35FIN-koordinaatistossa: Härmälä [X; Y] = [326690,896874; 6819459,69933] ja Partola [X; Y] = [325198,908473; 6819175,19230].

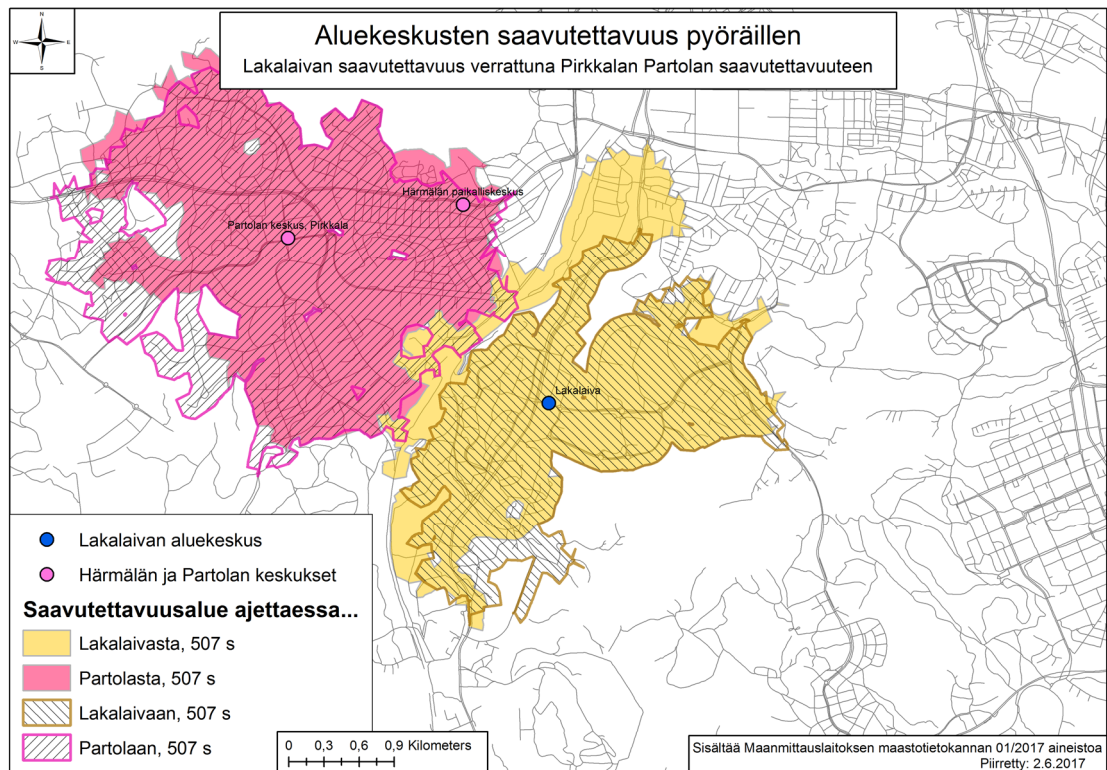
on tarkasteltu vastaavasti 507 sekunnin saavutettavuusaluetta keskuksista lähtevillä matkoilla. Edelleen kuvassa 7.18 on vertailtu Lakalaivan aluekeskuksen saavutettavuutta Partolan saavutettavuuteen enintään 507 sekuntia kestäville matkoilla. Kuvat on piirretty siten, että alueiden välisiltä rajoilta matka-aika lähimpiin palvelukeskittymiin on yhtä pitkä. Esimerkiksi kuvasta 7.18 havaitaan, että Partolan 507 sekunnin saavutettavuusalue ulottuu idemmäs Härmälään kuin kuvista 7.16 ja 7.17 voisi tulkita.



Kuva 7.16. Saavutettavuusalueet ajettaessa kohti Lakalaivaa ja sen lähellä sijaitsevia palvelukeskittymiä.



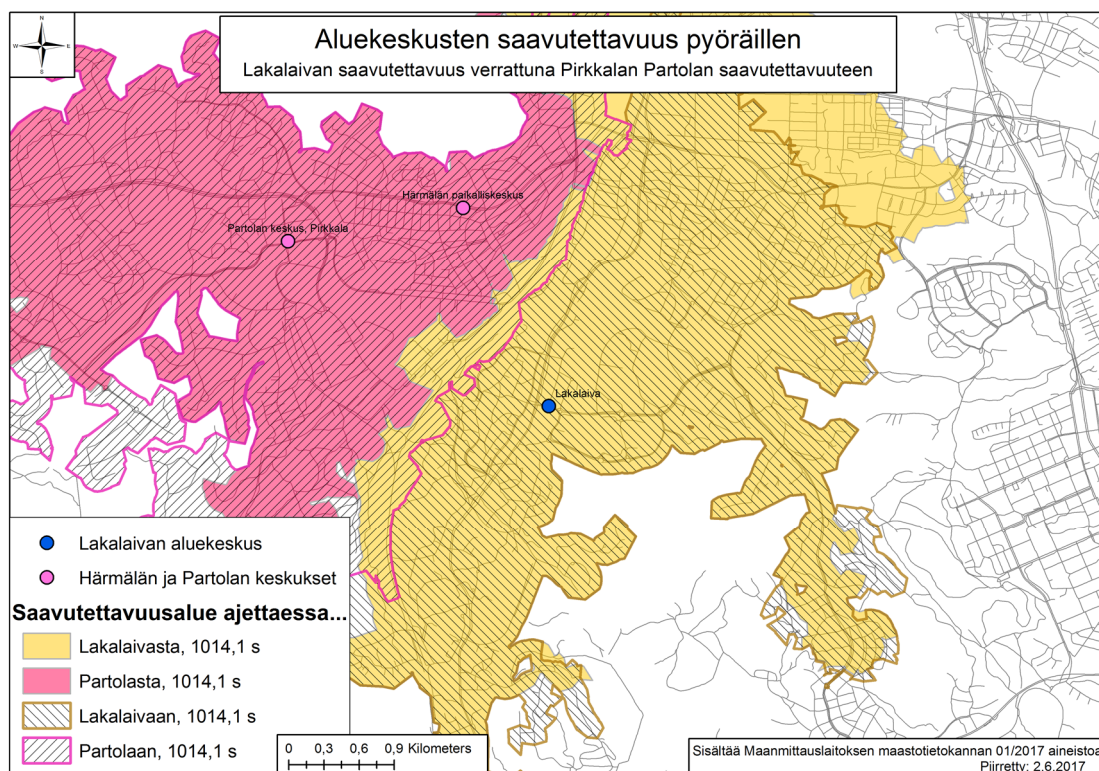
Kuva 7.17. Saavutettavuusalueet ajettaessa pois päin Lakalaivasta ja sen lähellä sijaitsevista palvelukeskittymistä.



Kuva 7.18. Lakalaivan ja Pirkkalan Partolan saavutettavuusalueiden vertailu.

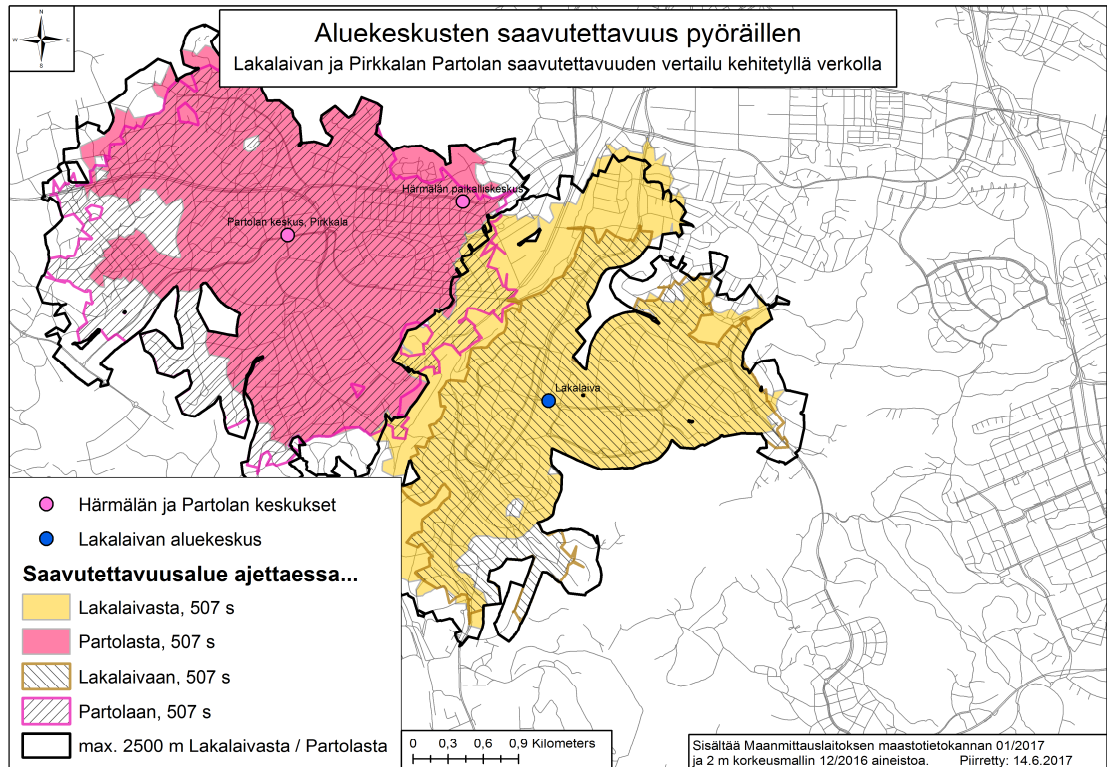
Kuvista 7.16 ja 7.17 havaitaan, että Härmälän paikalliskeskus on Lakalaivaa paremmin saavutettavissa koko Härmälän ja Rantaperkiön alueelta. Saavutettavuusalueiden raja sijoittuu jotakuinkin tarkasti rautatiehen ja sen ylittävään valtatiehen 3. Huomionarvoinen havainto on myös, että Tampereen Härmälänrannan alueelta, juuri Pirkkalan kuntarajan itäpuolelta, Partola on paremmin saavutettavissa kuin Härmälän paikalliskeskus ja vastaavasti Härmälänranta on paremmin saavutettavissa Partolasta kuin Härmälän paikalliskeskuksesta.

Kuvasta 7.18 puolestaan havaitaan, että Härmälän ja Rantaperkiön alueiden näkökulmasta Partola on paremmin saavutettavissa pyöräillen kuin Lakalaivan aluekeskus ja vastaavasti Härmälä ja Rantaperkiö ovat paremmin saavutettavissa Partolasta kuin Lakalaivasta. Tämä havaittiin myös kuvan 7.19 mukaisessa tilanteessa, jossa saavutettavuustarkastelun aikaetäisyydeksi valittiin 1014,1 sekuntia eli noin 5 kilometrin matka tasamaalla.



Kuva 7.19. Lakalaivan ja Pirkkalan Partolan saavutettavuusalueiden vertailu noin 17 minuutin pyöräilymatkoilla.

On vielä syytä tarkastella, miten Lakalaivan ja Partolan keskinäinen saavutettavuus Härmälän ja Rantaperkiön alueisiin nähden muuttuu, jos Lakalaivan pohjoispuolelle toteutettaisiin alalukujen 7.2.2 ja 7.2.3 mukaiset uudet pyörätiet eli ns. ViiRa-väylät sekä suora yhteys Lakalaivasta Härmälän kaakkoisosaan. Tarkastelussa muodostettiin 507 sekunnin saavutettavuusalueet keskuksista lähteville ja niihin suuntautuville matkoille. Lisäksi muodostettiin 2500 metrin etäisyysvyöhykkeet keskuksille liikenneverkkoa pitkin. Tarkastelun tulokset on esitetty kuvassa 7.20.



Kuva 7.20. Lakalaivan ja Pirkkalan Partolan saavutettavuuden vertailu tilanteessa, jossa Lakalaivan alueelle on toteutettu uusia pyöräteitä.

Verrattaessa kuvaa 7.20 kuvaan 7.18 havaitaan, että uudet pyörätiet parantaisivat hieman Härmälän itäosien saavutettavuutta Lakalaivasta suhteessa Partolaan. Sen sijaan Lakalaivan saavutettavuus Härmälästä ei muutu. Tuloksia voidaan pitää odotettuina suhteessa alaluvussa 7.2.3 tehtyihin havaintoihin, sillä tarkastelu on pohjimmiltaan sama kuin kuvassa 7.15. Samalla voidaan myös todeta, että Härmälän saavutettavuus Lakalaivasta ei voisi olla juuri parempi kuin nyt tarkastellussa tilanteessa, sillä 507 sekunnin saavutettavuusalueen raja sijaitsee jokuinkin samassa paikassa kuin se linja, jolta etäisyys Lakalaivaan on yhtä suuri kuin etäisyys Partolaan.

Näin ollen edellisessä alaluvussa tehdyt johtopäätökset ovat tämänkin tarkastelun perusteella voimassa. Toisin sanottuna Lakalaivan saavutettavuutta on vaikea parantaa merkittävästi uusilla väylillä, mutta mahdollisimman suoran väylän toteuttaminen Lakalaivan ja Härmälän kaakkoisosan välille voisi kuitenkin olla hyödyksi, varsinkin jos sähköpyörät yleistyvät.

8. PÄÄTELMÄT

8.1 Tavoitteiden ja tulosten vertailu

Tälle työlle oli johdannossa määritetty kolme varsinaista tavoitetta, yksi päätutkimuskysymys ja sen kaksi alakysymystä sekä kolme case-tarkasteluihin liittyvää tavoitetta. Nämä on esitetty alla taulukossa 8.1 tässä luvussa käytettävine tunnistekoodineen.

Taulukko 8.1. Työn tavoitteet ja tutkimuskysymykset.

Päätavoitteet	Tutkimuskysymykset	Case-tavoitteet
T1: Tehdä yleiskäyttöinen ja yksinkertainen paikkatietomalli pyöräilyn tarkastelua ja suunnittelua varten.	TK: Mitkä muuttujat ja parametrit ovat pyöräilyn mallintamisessa tärkeimpiä ja millaisia arvoja näille tulisi antaa?	CT: Kriteerien määrittäminen tarkasteluissa käytettävälle muuttujille, esim. tarkastelualueiksi.
T2: Määritellä pyöräilyn paikkatietomalliin soveltuvia muuttujia aiempaa kirjallisuutta hyödyntäen.	A1: Mitkä tekijät vaikuttavat pyöräilyn valintaan kulkutavaksi?	C1: Muodostaa ehdotus Tampereen kantakaupungin alueen pyöräilyn runkoreitistöstä – –.
T3: Havainnollistaa, miten pyöräilyä voidaan tarkastella ja mallintaa paikkatietomallin avulla.	A2: Millaisia perusteita pyöräilijöiden reitinvalinnan taustalla on?	C2: Millaisilla väyläratkaisuilla – – Lakalaivan aluekeskus voitaisiin tehdä mahdollisimman hyvin saavutettavaksi pyöräilijöille – –?

Tavoite T1 saatiin tässä työssä täytettyä varsin hyvin. Työssä luotu paikkatietomalli pohjautuu nykyisten pyöräilyväylien osalta pelkästään Maanmittauslaitoksen avoimeen ja valtakunnallisesti saatavilla olevaan Maastotietokantaan, joten malli on mahdollista laatia myös muualle Suomeen kuin Tampereelle. Tältä osin mallia voi pitää yleiskäyttöisenä. Lisäksi paikkatietomallin reitinvalinnan perusteena olevat väyläkohtaiset matka-ajat on helppo laskea, sillä laskennan lähtötiedoiksi tarvittavat väylien pituudet ja korkeustiedot (joista saadaan kaltevuustiedot) ovat saatavilla suoraan Maanmittauslaitoksen Maastotietokannasta. Näin ollen luotua paikkatietomallia voi pitää toteutukseltaan hyvin yksinkertaisena – ehkä jopa liiankin yksinkertaisena. Paikkatietomallin yleiskäyttöisyyttä voi puolestaan perustella myös sillä, että mallia pystyttiin soveltamaan kahteen keskenään erilaiseen case-tarkasteluun.

Tavoite T2 ja tutkimuskysymys TK liittyvät samaan teemaan. Tavoite T2 saatiin täytettyä, sillä työn alaluvuissa 4.2.2 ja 4.2.3 pystyttiin tunnistamaan hyvin monia pyöräilyn mallintamiseen soveltuvia muuttujia ja parametreja. Myös varsinaiseen tutkimuskysy-

mykseen pystyttiin vastaamaan varsin hyvin, sillä työssä tunnistettiin neljä tärkeää pyöräilyn reitinvalintaan ja siten mallintamiseen liittyvää muuttujaa – matka-aika, joka perustuu ajonopeuteen, ja näihin liittyvät apumuuttujat väylän pituus ja kaltevuus – sekä yksi parametri eli pyöräilijän vauhti tasamaalla. Mallintamisessa käytettävät muuttujien painokertoimet ja parametrien arvot saatiin suoraan aiemmasta kirjallisuudesta, ja työssä pystyttiin myös vertailemaan näitä arvoja muuhun alan kirjallisuuteen ja toteamaan arvot uskottaviksi. Lisäksi työssä määriteltiin aiemman kirjallisuuden perusteella minimi- ja maksimiarvot paikkatietomallissa käytettävälle ajonopeuksille. Tutkimuskysymyksen alakysymyksiin A1 ja A2 vastattiin työn alaluvuissa 2.2, 4.2.2 ja 4.2.3. Kirjallisuudessa esitettyjen tulosten ja havaintojen yhdistäminen siten, että onnistuttiin määrittelemään niin yksinkertaiseen pyöräilyn mallinnusmenetelmään tarvittavat muuttujat kuin tiettyihin pyöräilyn mallinnustarkasteluihin liittyvät reunaehdot, on työn merkittävin teoriakontribuutio.

Tavoite T3 täyttyi. Työssä toteutettiin pyöräilypotentiaalin tarkastelu ja saavutettavuus- aluetarkastelu työssä laadittua paikkatietomallia käyttäen. Molemmat tarkastelut tehtiin siten, että tarkasteltiin sekä nykytilaa että tulevaisuuden potentiaalista liikenneverkkoa.

Case-tarkastelujen yleistavoite CT täyttyi nimenomaisesti tarkasteluetaisyyksien osalta, sillä työssä saatiin määritettyä työmatkapyöräilyn mallintamiseen soveltuvat etäisyysehdot (5 ja 10 km) sekä asiointimatkojen pyöräilyn mallintamiseen soveltuva etäisyys (2,5 km). Työssä määritettiin myös, miten nämä etäisyydet voidaan muuttaa työssä laadittuun paikkatietomalliin soveltuvaan yksikköön eli käytännössä sekunneiksi.

Myös varsinaisten case-tarkastelujen tavoitteet C1 ja C2 saatiin täytettyä. Molemmissa tarkasteluissa oli kuitenkin selkeitä haasteita siinä, miten uusien pyöräilyväylien tarve pystyttiin tunnistamaan. Tähän liittyviin jatkotutkimusehdotuksiin palataan seuraavassa alaluvussa.

Liikennesuunnittelijoille tämä työ tarjoaa kokonaisvaltaisen uuden työkalun pyöräilyn mallintamista vaativiin tilanteisiin. Työssä on esitetty menetelmä, joiden pohjalta suunnittelijat voivat itse rakentaa pyöräilyn mallintamiseen soveltuvan yksinkertaisen paikkatietoaineiston, sekä kuvattu ja havainnollistettu mallin käyttöä reitinvalinta- ja saavutettavuusanalyseissä. Lisäksi työssä on määritetty useisiin mallinnustilanteisiin soveltuvia saavutettavuuden raja-arvoja.

Yleisesti ottaen työssä luodun kaltaista paikkatietomallia voidaan hyödyntää lähes kaikissa sellaisissa tilanteissa, joissa on tarpeen arvioida tai ennustaa pyöräilijöiden reitinvalintaa. Mallia voisi hyödyntää esimerkiksi uuden pyöräilyväylän suunnittelussa vertailtaessa eri reittivaihtoehtoja, tai vaikkapa yleispiirteisenä pyöräilyn reittioppaana, sillä paikkatietoaineisto sisältää monilta osin väylien nimet. Mallia voidaan myös hyödyntää esimerkiksi uusien palveluiden sijoittamisen suunnittelussa luvussa 7 kuvattuun tapaan. Si-

joittumistarkastelujen osalta mallin käytön ei tarvitsisi rajoittua pelkästään julkisen sektorin toimijoihin, sillä mallin pohjana käytetty paikkatietoaineisto on vapaasti ladattavissa Maanmittauslaitoksen verkkosivuilta.

Vaikka työn tavoitteet täyttyivätkin edellä kuvatusti hyvin, on työssä ja laaditussa paikkatietomallissa kuitenkin useita potentiaalisia puutteita. Niitä on kuvattu seuraavassa aluvuossa.

8.2 Työn validiteetti, reliabiliteetti ja jatkotutkimuskohteet

Tutkimuksen validiteetilla tarkoitetaan sitä, että käytetyt tutkimusmenetelmät tai tutkimuksen tulokset kuvaavat sitä asiaa, jota niillä on tarkoitus kuvata. Tutkimuksen reliabiliteetilla tarkoitetaan puolestaan sitä, että tutkimusmenetelmää voidaan käyttää toistuvasti samalla tavalla ja saada joka kerralla samat lopputulokset. (Uusitalo 1999, s. 84; Hirsjärvi 2005, s. 216)

Työn validiteetin arviointi on erittäin haasteellista, sillä paikkatietomallista saatavien tulosten oikeellisuutta ei pystytä varmistamaan. Tämä johtuu siitä, että ainoa tapa varmistaa tulosten oikeellisuus olisi verrata tuloksia todellisissa liikennelaskennoissa saatuihin tuloksiin – liikennemallin voidaan katsoa toimivan oikein silloin, kun liikenne käyttäytyy mallissa samalla tavalla kuin todellisuudessa. Samaan aikaan on kuitenkin syytä olettaa, että pyöräilijät ottavat todellisuudessa reitinvalinnassaan huomioon sen, missä laadukaimmat pyöräilyväylät nykyisin sijaitsevat. Näin ollen esimerkiksi runkoreitistötarkastelussa pyöräilypotentiaalin tulosten vertaaminen eri väylien nykyisiin pyöräilymääriin olisi itse asiassa ollut ristiriitaista, sillä runkoreitistötarkastelun lähtökohtana oli nimenomaisesti, että runkoreittien nykyinen sijainti ei saa vaikuttaa runkoreitin optimaalisen sijainnin määrittämiseen.

Työssä käytetyn paikkatietomallin antamien tulosten oikeellisuuden arviointi olisi kuitenkin yleisesti ottaen perusteltua. Mallin antamia tuloksia voi kyllä pitää silmämääräisellä tarkastelulla ja intuitiivisesti varsin järkevinä, mutta yksiselitteistä ja luotettavaa validointia mallin antamille tuloksille ei ole tehty – eikä valmiiksi saatavilla olevien aineistojen avulla olisi voitukaan tehdä. Tulosten validointiin soveltuvia tutkimusmenetelmiä voisivat olla esimerkiksi liikennelaskennat tai SP-kyselyt. Mallin käyttötarkoitus voi kuitenkin rajoittaa soveltuvia validointimenetelmiä, kuten luvussa 6 havaittiin: työmatkoille mallinnettuja reittejä tulisi verrata pelkästään todellisiin työmatkareitteihin ja jättää muun tyyppisillä matkoilla käytetyt reitit huomiotta.

Mallinnuksen teknisen oikeellisuuden näkökulmasta case-tarkastelujen validiteettia ja reliabiliteettia voi pitää varsin hyvänä. Tällä tarkoitetaan sitä, että käytetyt paikkatietoaineistot käyttäytyivät odotetusti ja järkevästi lähtötietojen sallimissa rajoissa; toisin sanottuna esimerkiksi paikkatietomallin toiminnasta ei ollut havaittavissa mitään ilmeistä vir-

hettä. Tämä lienee osin sen ansiota, että mallinnukset suoritettiin useampaan kertaan ensimmäisillä kerroilla tehtyjen ja tunnistettujen virheiden korjaamiseksi. Toki se, että paikkatietomalli toimii teknisesti ottaen oikein, ei tarkoita sitä, etteikö mallissa voisi olla systemaattisia puutteita tai virheitä, jotka vaikuttaisivat tuloksiin – tällaisesta virheestä olisi kyse esimerkiksi silloin, jos havaittaisiin pyöräilyvauhtia kaltevuuden funktiona kuvaavat yhtälöt virheellisiksi. Potentiaalisia ongelmien tai virheiden lähteitä laadittaessa ja hyödynnettäessä⁴⁷ tässä työssä käytetyn kaltaista paikkatietomallia on listattu alla.

Paikkatietomallin rakentamisessa aiheutuu virheitä tai ongelmia, jos:

- yhtälöissä käytettävien muuttujien yksiköt (esim. ajovauhti) eivät ole oikein
- ajovauhteja ei ole laskettu erikseen väylille, joiden kaltevuus ≥ 0 ja kaltevuus < 0
- minimi- ja maksimivauhteja ei ole laskettu
- mallin topologia on rikki – väyliä kuvaavilla murtoviivoilla ei ole yhteistä mutkai- tai päätepistettä niiden liittymäkohdassa tai vaihtoehtoisesti murtoviivoilla on tällainen yhteinen piste kohdassa, jossa todellisuudessa ei ole väylien liittymää⁴⁸
- uusia väyliä lisättäessä: mikäli väylällä on esimerkiksi silta- tai tunnelikohtia, tulee väylää kuvaavan murtoviivan pisteiden korkeustiedot laskea tarvittaessa käsin

Reitityksessä aiheutuu virheitä tai ongelmia, jos:

- paikkatietomallista puuttuu spatiaalinen indeksi⁴⁹
- reitityksen alku- ja päätepisteiltä puuttuu nimitieto⁵⁰
- reititys perustuu johonkin muuhun kuin matka-aikaan.

Muutettaessa reitityksen tulosaineistoa ruutumuuotoon aiheutuu virheitä, jos:

- reititystä ei ole tehty erikseen sekä meno- että paluumatkoille⁵¹
- reitityksen tuloksena saataviin reitteihin ei ole yhdistetty tietoa siitä, moniko henkilö käyttää kyseistä reittiä
- reittien ajamiseen kuluva aikaa ei ole laskettu⁵²
- reittejä ei ole luokiteltu meno-paluumatkan keston mukaan.

Käytetyn paikkatietomallin reliabiliteetin kannalta hyvä ominaisuus on, että mallissa kaikki mielivaltaisesta pisteestä A pisteeseen B matkat kulkevat aina täsmälleen samaa reittiä. Malli käyttäytyy siis tältä osin systemaattisesti. Työn validiteetin kannalta tämä on sen sijaan ongelma, sillä reaali maailmassa ei voida olettaa, että kaikki ihmiset valitsivat pyöräilyreitinsä täsmälleen samoin perustein. Toisaalta tämän työn lähtökohtana on

⁴⁷ ArcMap-ohjelmiston versiossa 10.2 ja sen Network Analyst -lisäosassa, jollei toisin ole mainittu.

⁴⁸ Vrt. alalukuun 5. On myös syytä huomioida, että uusien väylien lisääminen paikkatietomalliin voi aiheuttaa ongelmia mallin topologian eli malliin kuvattujen kohteiden keskinäisen vuorovaikutuksen kanssa – tästä syystä tätä työtä tehdessä uudet väylät lisättiin malliin MapInfo-ohjelmistolla.

⁴⁹ Tämä ei sinänsä välttämättä vaikuta tuloksiin, mutta reititys sujuu huomattavasti nopeammin, kun spatiaalinen indeksi on olemassa.

⁵⁰ Saman reitin alku- ja päätepisteet yhdistetään toisiinsa nimi-sarakkeen (*Name*) arvon avulla.

⁵¹ Meno- ja paluumatkojen optimireitti voi olla eri, joten molemmat suunnat tulee reitittää. Puolestaan jos meno-paluumatkat kotoa työpaikalle ja takaisin kotiin reititettäisiin yhtenä matkana, näkyisi kutakin meno-paluumatkan reittiä vastaava matkamäärä ruutuaineistossa vain kerran riippumatta siitä, kulkeeko reitti ruudun läpi sekä meno- että paluumatkalla vai vain jommallakummalla niistä, eli yhteen suuntaan ajettavat reittisuudet ylikorostuisivat.

⁵² Network Analyst -lisäosan asetuksissa kohdassa *Accumulation* matka-aikaa kuvaavan yksikön tulee olla merkittynä.

ollut, että paikkatietomallin tulisi olla sekä helposti laadittava että käytettävä, silläkin riskillä, että yksinkertaisuus heikentäisi mallin antamien tulosten oikeellisuutta.

Reliabiliteetin kannalta ongelmallinen työvaihe on uusien väylien lisääminen liikenneverkkoon. Käsien tehtyjä lisäyksiä ei lähtökohtaisesti voi pitää täydellisesti toistettavina, jollei käytetä apuna paikkatieto-ohjelmistojen kopiointi- ja liittämistyökaluja. Samasta syystä ongelmallisia ovat myös lisätyille väylille käsien lasketut korkeusarvot, sillä näitä ei luonnollisesti pysty päättämään mistään valmiista korkeusaineistosta.

Lisäksi työssä havaittiin tarve helppokäyttöiselle menetelmälle, jolla voitaisiin tunnistaa yhteyspuutteita ja -tarpeita. Yhteyspuutteiden tunnistamiseen alaluvussa 6.5 käytetty menetelmä oli osin puutteellinen, sillä menetelmä ei kuvannut alueparien välisiä matkoja, vaan pelkästään yksittäisten alueiden lähteviä tai päätyviä matkoja. Erityisen hyödyllistä olisi, mikäli uusien väylien tarpeen tunnistaminen ja niiden lisääminen paikkatietomalliin pystyttäisiin automatisoimaan. Nämä olisivatkin sopivia aiheita jatkotutkimuksille.

Työn lähtöaineistoina olleiden Maanmittauslaitoksen maastotietokannan ja YKR-työmatka-aineiston vahvuuksia ja heikkouksia on käsitelty laajasti jo työn aiemmissa luvuissa. Yksi näiden aineistojen selkeimmistä vahvuuksista tässä työssä tutkitun pyöräilyn paikkatietomallintamisen kannalta on molempien aineistojen maantieteellinen kattavuus ja standardimuotoisuus. Luvuissa 6 ja 7 tehtyjen case-tarkastelujen pitäisikin olla toteutettavissa tässä työssä käytetyillä menetelmillä missä tahansa päin Suomea.

Työn tulosten validiteetin ja reliabiliteetin kannalta Maastotietokannan ja YKR-aineiston suurin puute lienee puolestaan kummankin aineiston yleispiirteisyys: maastotietokannasta puuttuu erityisesti pyöräteiden jatkeita; YKR-aineistossa puolestaan ruutujen keskipisteiden eli työmatkojen alku- ja päätepisteiden kohdentaminen liikenneverkolle on paikoin epätarkkaa, sillä reitityksessä nämä pisteet sijoitetaan niitä lähimpinä sijaitsevien liikenneverkon väylien varteen. Tällöin nämä reitityspisteet eivät välttämättä sijoitu todellisuutta parhaiten vastaavan väylän varrelle. Toisaalta liikenneverkon muutokset voivat vaikuttaa siihen, missä reitityspisteet sijaitsevat, vaikka tarkasteltavat työmatkat eivät itsessään muuttuisi. Viimeksi mainitusta aiheutuu alaluvussa 6.6 havaittu virhe, jossa liikenneverkon täydentäminen uusilla väylillä pidentää matka-aikoja joillakin työmatkoilla.

Teorian osalta tämän työn selkein puute liittyy laadullisten muuttujien huomiointiin pyöräilyn mallintamisessa. Näin on siitä huolimatta, että laadullisten muuttujien huomiointi jättäminen oli työn case-tarkastelujen näkökulmasta perusteltua. Pyöräilyväylien tai -ympäristön laatuun liittyvien, reitinvalintaan vaikuttavien muuttujien arvottaminen Suomen oloihin soveltuvasti olisikin olennainen kohde jatkotutkimuksille.

Sähköpyörillä ajettaessa ylämäet eivät ole niin raskaita kuin perinteisillä polkupyörillä ajettaessa. Tämän voi olettaa vaikuttavan myös siihen, miten sähköpyörillä liikkuvat valitsevat ajoreittinsä. Näin ollen tässä työssä käytetty mallinnusmenetelmä ei todennäköisesti sovellu sähköpyörällä liikkumisen mallintamiseen, mikä on puolestaan enenevässä

määrin ongelmallista, mikäli sähköpyörät yleistyvät jatkossakin. Sähköpyöräilyn mallintamisen menetelmiä tulisi siksi pyrkiä kehittämään, ja tähän liittyen sähköpyörillä liikkuvien reitinvalinta sekä väylän kaltevuuden vaikutus sähköpyörän ajovauhtiin olisivat mielenkiintoisia jatkotutkimusaiheita.

LÄHTEET

Ajoneuvolaki. 1090/2002. Saatavilla: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20021090> (luettu 26.6.2017)

Antikainen, H., Määttä-Juntunen, H. & Ujanen, J. 2015. GIS-analyysimenetelmät ArcGIS 10.2.1 -ohjelmistolla. Oulun yliopiston maantieteen laitoksen opetusmoniste no. 43. Saatavilla: <http://jultika.oulu.fi/files/isbn9789526207889.pdf> (luettu 29.6.2017)

Apparicio, P., Abdelmajid, M., Riva, M. & Shearmur, R. 2008. Comparing alternative approaches to measuring the geographical accessibility of urban health services: Distance types and aggregation-error issues. *International Journal of Health Geographics*, Vol. 7. BioMed Central.

Barr, M. 1957. Accessibility Values in Metropolitan Locational Patterns. Master in City Planning Thesis. Saatavilla: <http://dspace.mit.edu/handle/1721.1/64524> (luettu 24.11.2016)

Bergström, A. & Magnusson, R. 2003. Potential of transferring car trips to bicycle during winter. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Vol. 37(8), s. 649–666. Elsevier.

Bhat, C., Handy, S., Kockelman, K., Mahmassani, H., Gopal, A., Srour, I. & Weston, L. 2002. Development of an Urban Accessibility Index: Formulations, Aggregation, and Application. University of Texas, Research Report Number 4938-4. Saatavilla: https://ctr.utexas.edu/wp-content/uploads/pubs/4938_4.pdf (luettu 24.11.2016)

Boettge, B., Hall, D. M. & Crawford, T. 2017. Assessing the Bicycle Network in St. Louis: A Place-Based User-Centered Approach. *Sustainability*, Vol. 9(2). Saatavilla: <http://www.mdpi.com/2071-1050/9/2/241> (luettu 9.3.2017)

van Boggelen, O. 2009. Waarom de fiets? En waarom de auto? *Fietsverkeer* 22, s. 10–15. Saatavilla: http://www.fietsberaad.nl/library/repository/bestanden/Fietsverkeer22_waarom_de_fiets.pdf (luettu 8.3.2017)

Boverket. 2002. Stadsplanera – istället för trafikplanera och bebyggelseplanera. 1. painos. 352 s.

Broach, J., Dill, J. & Gliebe, J. 2012. Where do cyclists ride? A route choice model developed with revealed preference GPS data. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Vol. 46(10), s. 1730–1740. Elsevier.

Buehler, R. & Pucher, J. 2012. Cycling to work in 90 large American cities: new evidence on the role of bike paths and lanes. *Transportation*, Vol. 39(2), s. 409–432. Springer.

Cervero, R., Sarviento, O. L., Jacoby, E., Gomez, L. F. & Neiman, A. 2009. Influences of Built Environments on Walking and Cycling: Lessons from Bogotá. *International Journal of Sustainable Transportation*, Vol. 3(4), s. 203–226. Taylor & Francis.

Christie, S. & Fone, D. 2003. Equity of access to tertiary hospitals in Wales: a travel time analysis. *Journal of Public Health*, Vol. 25(4), s. 344–350. Oxford Journals.

Condeço-Melhorado, A., Reggiani, A. & Gutiérrez, J. 2014. Accessibility and spatial interaction: an introduction. Kirjassa Condeço-Melhorado, A., Reggiani, A. & Gutiérrez, J. (toim.). *Accessibility and Spatial Interaction*. Nectar Series on Transportation and Communications Networks Research. Edward Elgar Publishing Ltd. 243 s.

DfT (Department for Transport). 2016. National Travel Survey: England 2015. National Statistics, Statistical Release 8 September 2016. Saatavilla: https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/551437/national-travel-survey-2015.pdf (luettu 15.11.2016)

Dill, J. & Carr, T. 2003. Bicycle Commuting and Facilities in Major U.S. Cities: If You Build Them, Commuters Will Use Them. *Journal of the Transportation Research Board*, Vol. 1828, s. 116–123.

Dill, J. & Voros, K. 2007. Factors Affecting Bicycling Demand: Initial Survey Findings from the Portland, Oregon, Region. *Journal of the Transportation Research Board*, Vol. 2031, s. 9–17.

EESC (European Economic and Social Committee). 2011. European Cycling Lexicon – edition 2011. Saatavilla: <http://www.eesc.europa.eu/resources/docs/eesc-2011-27-en.pdf> (luettu 15.11.2016)

Ehrgott, M., Wang, J. Y. T., Raith, A. & van Houtte, C. 2012. A bi-objective cyclist route choice model. *Transport Research Part A: Policy and Practice*, Vol. 46(4), s. 652–663. Elsevier.

El-Geneidy, A., Krizek, K. J., Iacono, M. 2007. Predicting bicycle travel speeds along different facilities using GPS data: a proof of concept model. Saatavilla: http://tram.mcgill.ca/Research/Publications/Bicycle_travel_speed.pdf (luettu 21.6.2017)

EU (Euroopan unioni). 2016. Walking and cycling as transport modes. Saatavilla: https://ec.europa.eu/transport/road_safety/specialist/knowledge/pedestrians/pedestrians_and_cyclists_unprotected_road_users/walking_and_cycling_as_transport_modes_en (luettu 15.11.2016)

Flynn, B. S., Dana, G. S., Sears, J. & Aultman-Hall, L. 2012. Weather factor impacts on commuting to work by bicycle. *Preventive Medicine*, Vol. 54(2), s. 122–124. Elsevier.

Fujiyama, T. & Tyler, N. 2010. Predicting the walking speed of pedestrians on stairs. *Transportation Planning & Technology*, Vol. 33(2), s. 177–202. Taylor & Francis.

Furth, P. G. 2012. *Bicycling Infrastructure for Mass Cycling: A Transatlantic Comparison*. Kirjassa Pucher, J. & Buehler, R. (toim.). *City Cycling*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts, USA. 393 s.

Garrard, J., Rissel, C. & Bauman, A. 2012. *Health Benefits of Cycling*. Kirjassa Pucher, J. & Buehler, R. (toim.). *City Cycling*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts, USA. 393 s.

Geurs, K. T., De Montis, A. & Reggiani, A. 2014. Editorial: Recent advances and applications in accessibility modelling. *Computers, Environment and Urban Systems*, Vol. 49, s. 82–85. Elsevier.

Geurs, K. T. & van Wee, B. 2004. Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: review and research directions. *Journal of Transport Geography*, Vol. 12(2), s. 127–140. Elsevier.

de Geus, B. & Meeusen, R. 2008. Waarom (niet) fietsen naar het werk? *Fietsverkeer* 18, s. 34–36. Saatavilla: <http://www.fietsberaad.nl/library/repository/bestanden/fietsennaar-hetwerk.pdf> (luettu 26.1.2017)

Goetzke, F. & Rave, T. 2011. Bicycle Use in Germany: Explaining Differences between Municipalities with Social Network Effects. *Urban Studies*, Vol. 48(2), s. 427–437. Sage Publishing.

Gojanovic, B., Welker, J., Iglesias, K., Daucourt, C. & Gremion, G. 2011. Electric Bicycles as a New Active Transportation Modality to Promote Health. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, Vol. 43(11), s. 2204–2210.

Gupta, S., Vovsha, P. & Subhani, A. 2014. Incorporating cycling in Ottawa-Gatineau travel model. Saatavilla: <http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/conferences/2014/ITM/Presentations/Wednesday/BicyclesPedForecasts/sGupta.pdf> (luettu 29.3.2017)

Halden, S. 2002. Using accessibility measures to integrate land use and transport policy in Edinburgh and the Lothians. *Transport Policy*, Vol. 9(4), s. 313–324. Elsevier.

Hansen, W. G. 1959. How Accessibility Shapes Land Use. *Journal of the American Institute of Planners*, vol. 25(2).

Haumann, S. T., Bucher, D. & Jonietz, D. 2017. Energy-based Routing and Cruising Range Estimation for Electric Bicycles. Verkkojulkaisussa Bregt, A., Sarjakoski, T., Lammeren, R. & van Rip, F. Societal Geo-Innovation: short papers, posters and poster abstracts of the 20th AGILE Conference on Geographic Information Science. Wageningen University & Research. 9.–12.5.2017, Wageningen, Alankomaat. Saatavilla: https://agile-online.org/images/conference_2017/Proceedings2017/shortpapers/145_ShortPaper_in_PDF.pdf (luettu 22.6.2017)

Helsingin kaupunki. 2017. Baanat. Saatavilla: <https://www.hel.fi/helsinki/fi/kartat-ja-liikenne/pyoraily-ja-kavely/pyorareitit/baanat> (luettu 24.5.2017)

Helsingin kaupunki. 2016. Pyöräilybarometri 2016. Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston liikennesuunnitteluosaston selvityksiä 2016:4. Saatavilla: http://www.hel.fi/hel2/ksv/julkaisut/los_2016-4.pdf (luettu 26.5.2017)

Hillo, K., Kauppinen, E., Keränen, M. & Vesajoki, T. 2016. Mallinnusmenetelmiä pyöräliikenteen suunnitteluun ja arviointiin. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 21/2016. Saatavilla: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lts_2016-21_mallinnusmenetelmia_pyoralikenteen_web.pdf (luettu 26.4.2017)

Hillo, K. & Laine, T. 2013. Miten pyörätieverkon kehittämistarpeita voidaan perustella? Suomen pyöräilykuntien verkosto ry:n lehti Poljin, numero 1/2013, s. 6–9. Saatavilla: http://www.poljin.fi/sites/default/files/poljin_1.13_kevyt.pdf (luettu 23.5.2017)

Hirsjärvi, S. 2005. Tutkimuksen reliaabelius ja validius. Kirjassa Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. Tutki ja kirjoita. 11. painos. Gummerus. 436 s.

Hopkinson, P. & Wardman, M. 1996. Evaluating the demand for new cycle facilities. Transport Policy, Vol. 3(4), s. 241–249. Elsevier.

HSL (Helsingin seudun liikenne). 2012. HLJ 2011 – Helsingin seudun pääpyöräilyverkon ja laatukäytävien määrittely. HSL:n julkaisuja 21/2012. Saatavilla: https://www.hsl.fi/sites/default/files/uploads/helsingin_seudun_paapyoraily-verkko_ja_pyorailyn_laaturaportti_paave_hlj2011_raportti.pdf (luettu 15.6.2017)

HSL. 2011. Helsingin seudun työssäkäyntialueen liikenne-ennustemallit 2010. HSL:n julkaisuja 33/2011. Saatavilla: https://www.hsl.fi/sites/default/files/uploads/33_2011_helmet.pdf (luettu 19.6.2011)

Iacono, M., Krizek, K. J. & El-Geneidy, A. 2010. Measuring non-motorized accessibility: issues, alternatives, and execution. Journal of Transport Geography, vol. 18(1), s. 133–140. Elsevier.

- Iseki, H. & Tingstrom, M. 2014. A new approach for bikeshed analysis with consideration of topography, street connectivity, and energy consumption. *Computers, Environment and Urban Systems*, Vol. 48, s. 166–177. Elsevier.
- Jokela, J. & Lehtomaa, J. 2012. Suuria liikennevirtoja synnyttävien kohteiden liikenneselvitykset ja liikenteelliset ratkaisut. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 3/2012. Saatavilla: https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf3/lts_2012-03_suuria_liikennevirtoja_web.pdf (luettu 18.11.2017)
- Jäppinen, S. 2013. Pyöräily osaksi joukkoliikennejärjestelmää. *Positio* 2/2013. Saatavilla: http://www.paikkatietoikkuna.fi/web/fi/positio_2_2013_pyoraily_osaksi_joukkoliikennejarjestelmaa (luettu 23.5.2017)
- Kalenoja, H. 2010. Jyväskylän seudun liikennetutkimus, osaraportti 1: henkilöliikennetutkimus. Saatavilla: <http://paikkatieto.airix.fi/tietopankki/jyvaskylanseutu/liikennetutkimus/raportit/osaraportti1.pdf> (luettu 21.11.2016)
- Kalenoja, H. & Keränen, M. 2012. Kuopion alueen liikennemalli 2012. Mallin rakenne, nykytilannekuvaus ja perusennuste vuodelle 2030. Tampereen teknillinen yliopisto, Liikenteen tutkimuskeskus Verne, tutkimusraportti 80. Saatavilla: http://www.tut.fi/verne/wp-content/uploads/Kuoma_raportti2012_1009.pdf (luettu 19.6.2017)
- Kalenoja, H. & Kiiskilä, K. 2010. Oulun seudun liikennetutkimus 2009, yhteenvetoreportti. Saatavilla: http://www.ouka.fi/c/document_library/get_file?uuid=ac7b5010-1696-4ff3-999d-1919f8ebda5c&groupId=173371 (luettu 21.11.2016)
- Kalenoja, H., Lintusaari, M. & Pajarre, M. 2010. Lahden seudun liikennetutkimus 2010, osaraportti 1: henkilöliikennetutkimus. Saatavilla: http://www.paijat-hame.fi/wp-content/uploads/2015/10/2010_11_liikennetutkimus_LahtiOsaraportti1.pdf (luettu 21.11.2016)
- Kalenoja, H. & Tiikkaja, H. 2013. Tampereen kaupunkiseudun ja Pirkanmaan liikennetutkimus 2012, henkilöliikennetutkimus. Saatavilla: http://maakuntakaava2040.pirkanmaa.fi/sites/default/files/Tampereen_seudun_liikennetutkimus_2012.pdf (luettu 14.11.2016)
- Karppinen, S. 2008. Tampere pyöräilyparatiisiksi – Tampereen pääpyöräliikenneverkon kehittämissuunnitelma. Diplomityö, Tampereen teknillinen yliopisto, arkkitehtuuri. 62 s.
- Kasanen, E., Lukka, K. & Siitonen, A. 1993. The constructive approach in management accounting research. *Journal of Management Accounting Research*, Vol. 5, s. 243–264.

- Kauppinen, E. 2015. Pyöräilyn liikennemallin kehittäminen kaupungeissa. Diplomityö, Tampereen teknillinen yliopisto, liikenne- ja kuljetustekniikka. 104 s. Saatavilla: <http://dspace.cc.tut.fi/dpub/handle/123456789/23439> (luettu 10.3.2017)
- van Kempen, E. E. M. M., Swart, W., Wendel-Vos, G. C. W., Steinberger, P. E., Knol, A. B., Stipdonk, H. L. & Reurings, M. C. B. 2010. Exchanging car trips by cycling in the Netherlands – A first estimation of the health benefits. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Report 630053001/2010. 72 s.
- Koistinen, K. & Tuorila, H. 2008. Millainen olisi hyvä elinympäristö? – Asukkaiden näkemyksiä elinympäristöstä, asumisesta ja palveluista. Kuluttajatutkimuskeskus, julkaisuja 9/2008. Saatavilla: https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/152391/Millainen_olisi_hyva_elinymparisto.pdf (luettu 26.9.2016)
- Koistinen, K. & Väliniemi, J. 2007. Onko lähikauppa lähellä? – Päivittäistavarakaupan saavutettavuus Turun, Lahden ja Mikkelin kaupunkiseuduilla 1995–2003. Kuluttajatutkimuskeskus, julkaisuja 4/2007. Saatavilla: https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/152410/Onko_lahikauppa_lahella.pdf (luettu 26.9.2016)
- Kretz, T., Grünebohm, A., Kessel, A., Klüpfel, H., Meyer-König, T. & Schreckenberger, M. 2008. Upstairs walking speed distributions on a long stairway. *Safety Science*, Vol. 46(1), s. 72–78. Elsevier.
- Kroes, E. P. & Sheldon, R. J. 1988. Stated preference methods - An Introduction. *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 22(1), s. 11–25.
- Kroon, M. 1989. Mobile Source Control Strategies in the Netherlands. Kirjassa Schneider, T., Lee, S. D., Wolters, G. J. R. & Grant, L. D. (toim.). *Atmospheric Ozone Research and its Policy Implications – Proceedings of the 3rd US-Dutch International Symposium*, Nijmegen, The Netherlands, May 9–13, 1988. 1047 s. Elsevier.
- Kunnallissalan kehittämissäätiö. 2015. Ilmapuntari 2014: Pidemmät matkat palveluihin käyvät. Saatavilla: http://www.kaks.fi/sites/default/files/Ilmapuntari_etäisyydet.pdf (luettu 1.2.2017)
- Kuntalehti (Miettinen, V.). 2016. Sähköpyörä voi mullistaa arjen liikkumisen. Saatavilla: <https://kuntalehti.fi/uutiset/tekniikka/sahkopyora-mullistaa-arjen-liikkumisen/> (luettu 18.11.2017)
- Kytö, H., Tuorila, H. & Väliniemi, J. 2008. Terveyskeskuspalvelujen laatu ja saavutettavuus. Kuluttajatutkimuskeskus, julkaisuja 8/2008. Saatavilla: https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/152394/Terveyskeskuspalvelujen_laatu_ja_saavutettavuus.pdf (luettu 26.9.2016)

Københavns kommune. 2015. Copenhagen – City of cyclists: the Bicycle Account 2014. Saatavilla: http://kk.sites.itera.dk/apps/kk_pub2/pdf/1382_FvvnTRBSlZ.pdf

Københavns kommune. 2014. Copenhagen – City of cyclists: Bicycle Account 2012. Saatavilla: http://kk.sites.itera.dk/apps/kk_pub2/pdf/1034_pN9YE5rO1u.pdf (luettu 25.11.2016)

Københavns kommune. 2012. Bellahøj-Ruten. Saatavilla: <http://www.broenshoej-husumlokaludvalg.kk.dk/wp-content/uploads/2012/06/Bellahoej-Ruten-A4web.pdf> (luettu 5.12.2016)

Lappeenrannan kaupunki & Lappeenrannan pyöräilijät ry. 2016. Pyöräilyselvitys, Pontuksen koulu. Saatavilla: <http://www.lappeenranta.fi/loader.aspx?id=23de6256-6f08-4afd-822f-a56a739a0d51> (luettu 18.11.2017)

Lehtiranta, L., Junnonen, J.-M., Kärnä, S. & Pekuri, L. 2017. The Constructive Research Approach: Problem Solving for Complex Projects. Kirjassa Pasian, B. Designs, Methods and Practices for Research of Project Management. Saatavilla: <http://www.gpmfirst.com/books/designs-methods-and-practices-research-project-management/constructive-research-approach> (luettu 31.12.2017)

Liikennetekniikka Oy. 1969. Tampereen kaupunkiseudun liikennetutkimus 1969. Tampereen kaupunki, Tie- ja vesirakennushallitus. 104 s.

Liikennevirasto. 2014. Jalankulku- ja pyöräilyväylien suunnittelu. Liikenneviraston ohjeita 11/2014. Saatavilla: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lo_2014-11_jalankulku_pyorailyvaylien_web.pdf (luettu 19.11.2016)

Liikennevirasto. 2012. Henkilöliikennetutkimus 2010–2011 – suomalaisten liikkuminen. Saatavilla: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lr_2012_henkiloliikennetutkimus_web.pdf (luettu 24.11.2016)

Lill, E. 1891. Das Reisegesetz und seine Anwendung auf den Eisenbahnverkehr, mit verschiedenen auf die Betriebsergebnisse des Jahres 1889 bezugnehmenden statistischen Beilagen in Tabellen und bildlicher Form. Commissions-Verlag von Spielhagen & Schurich, Wien, 1891.

Litman, T. 2003. Measuring transportation: Traffic, mobility and accessibility. Institute of Transportation Engineers ITE Journal, Vol. 73(10), s. 28–32.

Lovett, A., Haynes, R., Sünnerberg, G. & Gale, S. 2002. Car travel time and accessibility by bus to general practitioner services: a study using patient registers and GIS. Social Science & Medicine, Vol. 55(1), s. 97–111. Elsevier.

Luell, B. 2004. Wildlife And Traffic – A European Handbook For Identifying Conflicts And Designing Solutions. Proceedings of the 22nd PIARC World Road Congress, 19. – 25. October 2003, Durban, South Africa. 14 s.

Lukkarinen, S., Kauhanen, K., Roselius, E., Pitkäaho, M. & Sacs, I. 2014. Liikkumisen ohjaus kaupan alalla - esiselvitys. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 16/2014. Saatavilla: https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/lts_2014-16_liikkumisen_ohjaus_web.pdf (luettu 18.11.2017)

Luukkonen, T., Mäkelä, T., Pöllänen, M., Kalenoja, H., Mäntynen, J. & Rantala, J. 2012. Henkilö- ja tavaraliikenteen kehityskuva 2035 – taustaraportti liikennepoliittiseen keskusteluun. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 36/2012. Saatavilla: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lts_2012-36_henkilo_ja_tavaraliikenteen_web.pdf (luettu 20.1.2017)

LVM (Liikenne- ja viestintäministeriö). 2017. Kävelyn ja pyöräilyn edistämishjelma, luonnos. Saatavilla: <https://www.lvm.fi/asiat/2017/-/mahti/asianasiakirjat/74864> (luettu 20.1.2018)

LVM. 2011. Kävelyn ja pyöräilyn valtakunnallinen strategia 2020. Ohjelmia ja strategioita 4/2011. Saatavilla: https://www.lvm.fi/documents/20181/814192/Ohjelmia+ja+strategioita+4-2011_K%C3%A4velyn+ja+py%C3%B6r%C3%A4ilyn+strategia+2020/1598cf68-2d3d-478e-8221-4185215c3f27?version=1.0 (luettu 24.11.2016)

Maanmittauslaitos. 2017. Maastotietokanta. Saatavilla: <http://www.maanmittauslaitos.fi/kartat-ja-paikkatieto/asiantuntevalle-kayttajalle/tuotekuvaukset/maastotietokanta> (luettu 30.5.2017)

Mayhew, S. 2015. A Dictionary of Geography. Oxford University Press. Saatavilla: <http://www.oxfordreference.com/view/10.1093/acref/9780199680856.001.0001/acref-9780199680856-e-21> (luettu 8.11.2016)

Menghini, G., Carrasco, N., Schüssler, N. & Axhausen, K. W. 2010. Route choice of cyclists in Zurich. Transportation Research Part A: Policy and Practice, Vol. 44(9), s. 754–765. Elsevier.

Metsäpuro, P. 2012. Työmatkapyöräilyn potentiaali Tampereella. PYKÄLÄ II –tutkimusprojektin osaraportti. Tampereen teknillinen yliopisto, liikenteen tutkimuskeskus Verne. Saatavilla: http://www.tut.fi/verne/wp-content/uploads/Pyorailyn_potentiaali_Tampere.pdf (luettu 21.11.2016)

Metsäpuro, P., Vaismaa, K., Karhula, K., Luukkonen, T., Mäntynen, J. & Rantala, T. 2014. Vaihdetta isommalle – pyöräilyn potentiaalın hyödyntäminen. Tampereen teknillinen yliopisto, liikenteen tutkimuskeskus Verne. Tampere. 145 s.

Mobilitätsagentur Wien. 2017. Jahresbericht 2016. Saatavilla: http://www.mobilitaetsagentur.at/wp-content/uploads/2017/04/MOBAG_Jahresbericht_2016_RZscreen.pdf (luettu 24.4.2017)

Murole, P. 2013. Pentti Murole blogi: sähköpyörä. Saatavilla: <http://penttimurole.blogspot.fi/2013/05/sahkopyora.html> (luettu 18.11.2017)

Murto, R. 1996. Päivittäistavarakaupan sijoittumisen liikenteelliset vaikutukset Tampereen seudulla. Tampereen teknillinen korkeakoulu, Liikenne- ja kuljetustekniikka, Tutkimuksia 15. 92 s.

Nankervis, M. 1999. The effect of weather and climate on bicycle commuting. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. Vol. 33(6), s. 417–431. Elsevier.

Ormston, R., Spencer, L., Barnard, M. & Snape, D. 2010. The foundations of qualitative research. Kirjassa Ritchie, J., Lewis, J., McNaughton Nicholls, C. & Ormston, R. (toim.). *Qualitative research practice*. 2. painos. Sage Publishing. 431 s.

Ortúzar, J. de D. 2000. Modelling route and multimodal choices with revealed and stated preference data. Kirjassa Ortúzar, J. de D. (toim.). *Stated preference modelling techniques*. PTRC Perspectives 4. PTRC Education & Research Services Ltd. 415 s.

Ortúzar, J. de D. & Willumsen, L. G. 2004. *Modelling Transport*. 3. painos. John Wiley & Sons, Ltd. 499 s.

Parkin, J. & Rotherham, J. 2010. Design speeds and acceleration characteristics of bicycle traffic for use in planning, design and appraisal. *Transport Policy*, Vol. 17(5), s. 335–341. Elsevier.

Parkin, J., Wardman, M. & Page, M. 2008. Estimation of the determinants of bicycle mode share for the journey to work using census data. *Transportation*, Vol. 35(1), s. 93–109. Springer.

Parkin, J., Wardman, M. & Page, M. 2007. Models of perceived cycling risk and route acceptability. *Accident Analysis & Prevention*, Vol. 39(2), s. 364–371. Elsevier.

Pastinen, V. 1997. Rautateiden henkilöliikenteen ennustemalli. Ratahallintokeskuksen julkaisuja A 3/1997. Saatavilla: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf4/rhk_1997_a3.pdf (luettu 19.6.2017)

Pekola-Sjöblom, M. 2012. Kuntalaiset kunnallisten palvelujen arvioitsijoina - Tutkimus kuntalaisten mielipiteistä kunnallisista palveluista ARTTU-tutkimuskunnissa vuosina 2008 ja 2011. Suomen Kuntaliitto, PARAS-Arttu-ohjelman tutkimuksia -sarja. Saatavilla: http://shop.kunnat.net/uploads/raportti_kunnallisistapalveluista_ebook.pdf (luettu 25.11.2016)

- Pirkanmaan liitto. 2017a. Pirkanmaan maakuntakaava 2040, kaavaselostus. Hyväksytty maakuntavaltuustossa 27.3.2017. Saatavilla: http://maakuntakaava2040.pirkanmaa.fi/sites/default/files/Kaavaselostus_27032017_MKV.pdf (luettu 16.5.2017)
- Pirkanmaan liitto. 2017b. Pirkanmaan maakuntakaava 2040, kaavakartta. Hyväksytty maakuntavaltuustossa 27.3.2017. Saatavilla: http://maakuntakaava2040.pirkanmaa.fi/sites/default/files/Maakuntakaava_2040_MKV_27032017_.pdf (luettu 31.12.2017)
- Pirkanmaan liitto. 2014. Suunnat Pirkanmaan kasvulle ja työlle – työpaikka-alueet 2040. Saatavilla: http://maakuntakaava2040.pirkanmaa.fi/sites/default/files/Suunnat_Pirkanmaan_kasvulle_ja_tyolle_15012015.pdf (luettu 17.5.2017)
- Pirkkalainen (Jokinen, A.). 2017. Huikeat visiot – Partolaan 10.000 asukasta. Saatavilla: <https://pirkkalainen.com/lehdet/2017/Nro%2041%20Pirkkalainen%2011.10.17.pdf> (luettu 31.12.2017)
- Pirkkalan kunta. 2002. Partolan yleiskaava, kaavakartta. Saatavilla: http://www.pirkkala.fi/site/assets/files/10005/perepartolayk17_12_01.pdf (luettu 2.6.2017)
- PTtL (Pohjoismaiden Tietekillisen Liiton Suomen osasto). 1969. Liikenne-ennustemenetelmät. Teknillisen korkeakoulun ylioppilaskunta. Otaniemi 1969. 158 s.
- Pucher, J. & Buehler, R. 2012. International Overview: Cycling Trends in Western Europe, North America, and Australia. Kirjassa Pucher, J. & Buehler, R. (toim.). City Cycling. MIT Press, Cambridge, Massachusetts, USA. 393 s.
- Quarmby, D. A. 1967. Choice of travel mode for the journey to work - Some Findings. Journal of transport economics and policy, Vol. 1(3), s. 273–314.
- Ramboll. 2017. Imatran keskimmäisen koulukeskuksen sijoitusvaihtoehtojen liikkumisselvitys -raporttiluonnos. Saatavilla: https://www.imatra.fi/sites/default/files/keskimmaisen_koulukeskuksen_liikkumisselvitys.pdf (luettu 18.11.2017)
- Ramboll. 2012. Lahden kävelyn ja pyöräilyn kehittämissuunnitelma 2025. Saatavilla: https://www.lahti.fi/PalvelutSite/KaavoitusSite/Documents/Selvitykset%20ja%201%C3%A4ht%C3%B6tiedot/Lahden_kavely_ja_pyoraily.pdf (luettu 23.5.2017)
- Reiter, H., Snizek, S. & Schmidt, L. 1987. Bewertung von Radverkehrsanlagen durch Radfahrer. Magistrat der Stadt Wien, GZ 83/87. Saatavilla: <https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/studien/pdf/b005436.pdf> (luettu 24.4.2017)
- Rietveld, P. & Daniel, V. 2004. Determinants of bicycle use: do municipal policies matter? Transportation Research Part A: Policy and Practice, Vol. 38(7), s. 531–550. Elsevier.

- Rietveld, P., Zwart, B., van Wee, B. & van den Hoorn, T. 1999. On the relationship between travel time and travel distance of commuters. *The Annals of Regional Science*, Vol. 33(3), s. 269–287. Springer.
- Seimelä, K. Liikenneinsinööri, Tampereen kaupunki. Sähköposti 13.11.2017.
- Sener, I. N., Eluru, N. & Bhat, C. R. 2009. An analysis of bicycle route choice preferences in Texas, US. *Transportation*, Vol. 36(5), s. 511–539. Springer.
- Skov-Petersen, H., Jacobsen, J. B., Vedel, S. E., Snizek, B. & Harder, H. 2013. På cykel gennem byen – undersøgelse af cyklisters præferencer og rutevalg. Kirjassa Center for Strategisk Byforskning. Den Grænseløse By. 156 s. Saatavilla verkkokirjana: http://byforskning.ku.dk/filer/den_graenseloese_by.pdf/ (luettu 8.3.2017)
- Somerpalo, S., Kallio, R., Lehto, H. & Krankka, A. 2015. Pyöräilyanalyysi henkilöliikennetutkimuksen aineistosta – Pyörämatkat, pyöräilijät ja pyöräilyn valintaan vaikuttavat tekijät. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 32/2015. Saatavilla: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lts_2015-32_pyorailyanalyysi_henkiloliikennetutkimuksen_web.pdf (luettu 21.11.2016)
- Strafica & Sito. 2012. Joensuun seudun kävelyn ja pyöräilyn strategia. Saatavilla: <http://www.joensuu.fi/documents/11127/205626/Joensuun+seudun+k%C3%A4velyn+ja+py%C3%B6r%C3%A4ilyn+strategia+2020/60f41ae8-4791-4f0d-b018-a20d1cb6e9cc> (luettu 20.1.2017)
- SYKE (Suomen ympäristökeskus). 2016. Maankäyttö- ja maanpeiteaineistojen tuottaminen CORINE Land Cover 2012 -hankkeessa. Saatavilla: <http://www.syke.fi/maanpeite-seuranta> (luettu 6.3.2017)
- Särkkä, T., Kalenoja, H. & Tefke, J. 2016. Tulevaisuuden liikennemallit ja -ennusteet. Kirjallisuusselvitys. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 11/2016. Saatavilla: <http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/77972> (luettu 19.6.2017)
- Tampereen kaupunki. 2017a. Kantakaupungin yleiskaava 2040, selostus. Ehdotus 1.2.2017, tarkistettu 12.4.2017. Hyväksytty kaupunginvaltuustossa 15.5.2017. Saatavilla: http://www.tampere.fi/tiedostot/y/bihYHxmNX/Yk2040_Selostus_12_4_2017.pdf (luettu 15.6.2017)
- Tampereen kaupunki. 2017b. Liikenteen kehitys Tampereella – kävelyn ja pyöräilyn tyytyväisyyskyselyn tutkimusraportti 2016. Saatavilla: http://www.tampere.fi/tiedostot/k/38DhCzFKt/jkpp_tyytyvaisyyskysely2016.pdf (luettu 15.6.2017)
- Tampereen kaupunki. 2017c. Tampereen karttapalvelu Oskari. Saatavilla: <http://kartat.tampere.fi/oskari> (luettu 6.10.2017). Tarkemmat tiedot mm. tarkastelluista tasoista on mainittu tekstissä lähdeviitteen yhteydessä.

Tampereen kaupunki. 2017d. Kantakaupungin yleiskaava 2040, kartta 1 – yhdyskuntarakenne. Saatavilla: http://www.tampere.fi/tiedostot/y/YY2OBy5MR/Yk2040_Kartta1_Ehdotus_12_4_2017.pdf (luettu 22.5.2017)

Tampereen kaupunki. 2017e. Kuuselan lähitori. Saatavilla: <http://www.tampere.fi/tampereen-kaupunki/yhteystiedot-ja-asiointi/alueelliset-palvelut/kuuselan-lahitori.html> (luettu 2.6.2017)

Tampereen kaupunki. 2016a. Viitoitetut pyöräilyreitit -kartta. Saatavilla: http://www.tampere.fi/tiedostot/v/5yWaBJo9c/viitoitetut_reitit_2016.pdf (luettu 15.6.2017)

Tampereen kaupunki. 2016b. Vuores-hankkeen loppuraportti. Kaupunginhallituksen suunnittelukokous, kokous 28.11.2016. Saatavilla: [http://tampere.cloudnc.fi/fi-FI/Toimielimet/Kaupunginhallituksen_suunnittelukokous/Kokous_28112016/Vuoreshankkeen_loppuraportti\(5613\)](http://tampere.cloudnc.fi/fi-FI/Toimielimet/Kaupunginhallituksen_suunnittelukokous/Kokous_28112016/Vuoreshankkeen_loppuraportti(5613)) (luettu 18.4.2017)

Tampereen kaupunki. 2016c. Viinikka-Rautaharkko rakennetarkastelu. Kantakaupungin yleiskaava 2040, maankäytöltään muuttuvien alueiden selvitykset. Saatavilla: http://www.tampere.fi/tiedostot/v/J00IdtIwt/ViiRa_raportti_27062016.pdf (luettu 22.11.2016)

Tampereen kaupunki. 2015. Väestö 31.12.2014 ikäryhmittäin ja osa-alueittain. Saatavilla: http://www.tampere.fi/liitteet/v/uXEVsMcE/Vaesto_31.12.2014.pdf (luettu 15.6.2017)

Tampereen kaupunki. 2014a. Alustavat liikenneverkon kehittämistavoitteet Tampereen kantakaupungissa 2014. Kantakaupungin yleiskaava 2040 -selvitysaineistoa. Saatavilla: http://www.tampere.fi/liitteet/a/EzQ69zaaS/Alustavat_Liikennetavoitteet.pdf (luettu 23.5.2017)

Tampereen kaupunki. 2014b. Teollisuus- ja työpaikka-alueiden selvitys 2014. Kantakaupungin yleiskaava 2040 -selvitysaineistoa. Saatavilla: http://www.tampere.fi/liitteet/t/hZmFaqi6G/Teollisuus_ja_tyopaikka_alueet.pdf (luettu 15.5.2017)

Tampereen kaupunki. 2014c. Lakalaiva-Rautaharkon alueen rakennetarkastelu. Kantakaupungin yleiskaava 2040, maankäytöltään muuttuvien alueiden selvitykset. Saatavilla: http://www.tampere.fi/liitteet/l/fFRekiyfM/Lakalaiva_Rautaharkko_raportti_02122014.pdf (luettu 21.11.2016)

Tampereen kaupunki. 2014d. Viitesuunnitelma Peltolammin koulun sijoittamisesta kehittyvään Lakalaivaan. Kantakaupungin yleiskaava 2040, maankäytöltään muuttuvien alueiden selvitykset. Saatavilla: http://www.tampere.fi/liitteet/v/q3ZcmzsOa/Viitesuunnitelma_Peltolammin_koulu.pdf (luettu 21.11.2016)

Tampereen kaupunki. 2013. Tampereen keskustan liikenneverkkosuunnitelma. Saatavilla: <http://www.tampere.fi/liitteet/t/6G7TgrM90/takliraportti290413.pdf> (luettu 3.5.2017)

Tampereen kaupunki. 2012. Rongankadun alikulkukku (*sic*, kirj. huom.) käyttöön 8.6.2012 avajaisin. Saatavilla: http://www.tampere.fi/tampereen-kaupunki/ajankoh-taista/tiedotteet/2012/06/31082015_28.html (luettu 2.3.2017)

Tampereen kaupunki. 2010. Vuosikertomus 2010. Saatavilla: http://www.tampere.fi/vuosikertomus/2010/pdf/vuosikertomus_2010.pdf (luettu 2.3.2017)

Tampereen kaupunki. 1994. Keskustan kevyen liikenteen pääreittiverkoston kehittämissuunnitelma. 11 s.

Tampereen kaupunkiseutu. 2014. Rakennesuunnitelma 2040. Saatavilla: <http://www.tampereenseutu2040.fi/downloads/rakennesuunnitelma2040.pdf> (luettu 2.6.2017)

Tampereen kaupunkiseutu. 2012. Tampereen kaupunkiseudun kävelyn ja pyöräilyn kehittämisohjelma 2030. Saatavilla: http://www.tampere.fi/liitteet/t/69w21D6Xk/Tampereenkaupunkiseudunkävelynjapyöräilyn_kehittämisohjelma.pdf (luettu 28.3.2017)

Tarnanen, A. 2016. Pyöräilyn matka-aikojen ja reittivalintojen paikkatietopohjainen mallinnus pääkaupunkiseudulla. Esitys 3.6.2016. Saatavilla: http://blogs.helsinki.fi/kaupunkiakatemiat/files/2015/09/AinokaisaTarnanen_matka-ajat_reittivalinnat.pdf (luettu 16.6.2017)

TfL (Transport for London). 2012. Cycle route choice – Final survey and model report. Steer Davies Gleave. Saatavilla: <http://content.tfl.gov.uk/understanding-cycle-route-choice.pdf> (luettu 7.3.2017)

Thomas, T., Jaarsma, R. & Tutert, B. 2013. Exploring temporal fluctuations of daily cycling demand on Dutch cycle paths: the influence of weather on cycling. *Transportation*, Vol. 40(1), s. 1–22. Springer.

Tielaitos. 1998. Kevyen liikenteen suunnittelu – TIEL 2130016. 152 s.

Tieliikenneasetus. 1982/182. Saatavilla: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1982/19820182> (luettu 26.6.2017)

TTY (Tampereen teknillinen yliopisto). 2016. TALLI 2015 -liikennemallin aluejako. Liikenteen tutkimuskeskus Verne.

Tuomikko, J. 1994. Keski-Suomen tiepiirin kevyen liikenteen verkko 2005. Diplomityö, Tampereen teknillinen korkeakoulu, Rakennustekniikan osasto. 97 s.

Turpeinen, S., Lakanen, L., Hakonen, H., Havas, E. & Tammelin, T. 2013. Matkalla kouluun – peruskoululaisten koulumatkat ja aktiivisten kulkutapojen edistäminen. Liikunnan ja kansanterveyden julkaisuja 271. Saatavilla: http://www.liikkuvakoulu.fi/sites/default/files/matkalla_kouluun.pdf (luettu 10.3.2017)

Turun kaupunki. 2017. Pyöräilybarometri 2016, Turku. Turun kaupungin ympäristöjulkaisuja 2/2017. Saatavilla: https://www.turku.fi/sites/default/files/atoms/files/pyorailybarometri_2016_turku.pdf (luettu 26.5.2017)

Uusitalo, H. 1999. Tiede, tutkimus ja tutkielma – Johdatus tutkielman maailmaan. 1.–6. painos. WSOY. 121 s.

Vaismaa, K. 2014. Aloittelijasta mestariksi – Pyöräilyn kasvuun vaikuttavat toimenpiteet eurooppalaisissa kaupungeissa. Väitöskirja, Tampereen teknillinen yliopisto, julkaisu 1205. 326 s.

Vaismaa, K. 1995. Tampereen seudun pyöräiliikenne 2010. Diplomityö. Tampereen teknillinen korkeakoulu, Liikenne- ja kuljetustekniikka, Tutkimuksia 9. 125 s.

Vandenbulcke, G., Dujardin, C., Thomas, I., de Geus, B., Degraeuwe, B., Meeusen, R. & Int Panis, L. 2011. Cycle commuting in Belgium: Spatial determinants and ‘re-cycling’ strategies. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Vol. 45(2), s. 118–137. Elsevier.

Vansteenkiste, P., Zeuwts, L., Cardon, G., Philippaerts, R. & Lenoir, M. 2014. The implications of low quality bicycle paths on gaze behavior of cyclists: A field test. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, Vol. 23, s. 81–87. Elsevier.

VenW (Ministerie van Verkeer en Waterstaat) & Fietsberaad. 2009. Cycling in the Netherlands. Saatavilla: <http://www.fietsberaad.nl/library/repository/bestanden/CyclingintheNetherlands2009.pdf> (luettu 25.11.2016)

Voltti, V., Somerpalo, S. & Ruonakoski, A. 2010. HLJ 2011 – kävely ja pyöräily Helsinginseudulla. HSL:n julkaisuja 24/2010. Saatavilla: https://www.hsl.fi/sites/default/files/uploads/24_2010_kavely_ja_pyoraily_helsingin_seudulla.pdf (luettu 20.1.2017)

VTPI (Victoria Transport Policy Institute). 2016. Transportation Cost and Benefit Analysis II – Barrier Effect. Saatavilla: <http://www.vtpi.org/tca/tca0513.pdf> (luettu 9.11.2016)

VTT MIKES (Mittatekniikan keskus). 2016. Kalibroitopalvelut – Kansainvälistä kilpailukykyä ja luotettavuutta. Saatavilla: http://www.mikes.fi/mikes/Esitteet/kalibrointiesitteet_www.pdf (luettu 5.12.2016)

Winters, M., Brauer, M., Setton, E. M. & Teschke, K. 2010. Built environment influences on healthy transportation choices: bicycling versus driving. *Journal of Urban Health*, Vol. 87(6), s. 969–993. Springer.

Winters, M., Davidson, G., Kao, D. & Teschke, K. 2011. Motivators and deterrents of bicycling: comparing influences on decision to ride. *Transportation*, Vol. 38(1), s. 153–168. Springer.

YLE (Karismo, A.). 2017. Sähköpyöräbuumi työmatkoilla kiihtyy – seuraavaksi tulevat sähköiset läskipyörät. Saatavilla: <https://yle.fi/uutiset/3-9635377> (luettu 22.6.2017)

YTV (Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta). 1998. Pääkaupunkiseudun pyöräliikennetutkimus 1997. Pääkaupunkiseudun julkaisusarja B 1998:1. 77 s + liitteet.

LIITE A: REITITTÄVÄN PYÖRÄVÄYLÄVERKON RAKENTAMINEN PAIKKATieto-OHJELMILLA

Metodiikka reitittävän pyöräverkon rakentamiseen, kun reitityksen perusteena käytetään Kauppinen (2015, s. 60) esittämiä funktioita pyöräilijän ajonopeudelle ja liikenneverkonä käytetään Maanmittauslaitoksen xml-muotoista maastotietokantaa. Työhön tarvitaan vähintäänkin seuraavat ohjelmistot:

- ArcGis / ArcMap, Network Analyst -lisäosalla. Työssä on käytetty ArcMapin versiota 10.2.
- QGIS tai muu vastaava ohjelmisto, jolla voi muuntaa xml-tiedoston shp:ksi. Työssä on käytetty QGIS:n versiota 2.8 ”Las Palmas”.

Työvaiheet ovat seuraavat:

1. Liikenneverkkoaineisto käännetään xml-muodosta shp:ksi QGISissa seuraavasti:
2. Valitaan yläpalkin valikosta Tasot → Lisää taso → Lisää vektoritaso ja valitaan Tietoaaineisto-kohtaan jokin Maanmittauslaitoksen palvelusta ladatuista xml-tiedostoista. Valitaan Open (Ava).
3. Seuraavaksi Valitse vektoritasot lisättäväksi -ikkunassa klikataan riviä, jolla Tason nimi on Tieviiva. Valitaan OK.
4. xml-tiedosto aukeaa karttanäkymään. Klikataan tason nimeä Karttatasot-ikkunassa hiiren oikealla näppäimellä ja valitaan Tallenna nimellä. Valitaan tiedostomuodoksi ESRI Shape -tiedosto ja koordinaattijärjestelmäksi EPSG:3067 (ETRS-TM35FIN)
5. Kun kaikki xml-tiedostot on saatu avattua ja muunnettua shp-tiedostomuotoon, valitaan yläpalkin valikosta Vektorit → Data Management Tools → Yhdistä (merge) vektoritasot. Valitaan yhdistettäväksi kaikki shp-tiedostot.
6. Tallennetaan muodostunut liikenneverkkokokonaisuus.
7. Avataan saatu liikenneverkko-shp ArcMapiin. Lisätään toiminnolla Data Management Tools → Fields → Add Field liikenneverkon tietokantaan sarake FID_APU. Avataan liikenneverkkotietokannan Attribute Table, ja siellä lasketaan FID_APU-sarakkeelle arvot Field Calculator -toiminnolla siten, että $FID_APU = FID$.

8. Avataan ArcToolbox, käytetään työkalua Data Management Tools → Features → Split Line At Vertices ja pätkitään näin liikenneverkkoa kuvaavat murtoviivat siten, että jokaisen kahden murtoviivan pisteen välinen jana on oma väyläobjektinsa.
9. Saadulle pätkitylle liikenneverkolle käytetään työkalua Data Management Tools → Features → Feature Vertices To Points. Tallennetaan erikseen pätkien alkupisteet ja loppupisteet, siis kaksi tietokantaa.
10. Data Management Tools → Fields → Add Field -toiminnolla lisätään janoiksi pätkityn liikenneverkon tietokantaan desimaaliluku(=float)sarakkeet TOSIPITUUS, KORKEUSERO, KALTEVUUS, NOPEUSMENO, MENOAIKA, NOPEUSTULO ja TULOAIKA.

Vastaavasti alkuperäisen liikenneverkon tietokantaan lisätään edellä mainituista TOSIPITUUS, MENOAIKA ja MENOAIKA.

11. Työkalulla Data Management Tools → Features → Add XY Coordinates lisätään X, Y, Z ja M -koordinaatit pätkien alku- ja loppupisteille (ts. molempiin vaiheen 8 pistetietokantoihin). Tässä vaiheessa voi mennä aikaa: esimerkiksi työssä käytetyllä liikenneverkolla alku- ja loppupisteitä oli yhteensä noin 1,2 miljoonaa kappaletta.
12. Tehdään pätkitylle liikenneverkolle Join pätkien alku- ja loppupistetietokantojen kanssa. Join-asetuksena ”Join attributes from a table” ja Join tehdään FID:n perusteella.
13. Nyt voidaan käyttää Attribute Tablen Field Calculator -toimintoa pätkityn liikenneverkkotietokannan KORKEUSERO-sarakkeeseen: määritellään korkeuseroksi loppupistetietokannan POINT_Z- ja alkupistetietokannan POINT_Z-arvojen erotus. Korkeuseron yksikkö on tällöin metri. Lopuksi voidaan purkaa vaiheen 11 Joinit.
14. TOSIPITUUS saadaan Attribute Tablen toiminnolla Calculate Geometry – asetuksina Length, koordinaatistona TM35FIN (tai aineiston koordinaatisto) ja yksikkönä Meters [m].
15. Kaltevuus saadaan nyt laskettua Field Calculatorilla laskutoimituksella KORKEUSERO / TOSIPITUUS.
16. Nyt voidaan laskea matkanopeudet kullekin pätkälle. Käytetään ensin Selection → Select By Attributes -toimintoa, jossa Method on ”Create a new selection” ja

SELECT * FROM -ehtona KALTEVUUS >= 0. Näille voidaan laskea Field Calculator -toiminnolla:

NOPEUSMENO = $(17.75 - 1.96 * \text{KALTEVUUS}) / 3.6$ ja

NOPEUSTULO = $(17.75 + 1.48 * \text{KALTEVUUS}) / 3.6$.

17. Käytetään Select By Attributes -toimintoa uudestaan siten, että ehtona on KALTEVUUS < 0. Tällöin Field Calculatorissa

NOPEUSTULO = $(17.75 + 1.96 * \text{KALTEVUUS}) / 3.6$ ja

NOPEUSMENO = $(17.75 - 1.48 * \text{KALTEVUUS}) / 3.6$.

Etsitään lopuksi Select By Attributes -toiminnolla sarakkeet, joissa NOPEUSMENO < $(2 / 3.6)$, NOPEUSMENO > $(40 / 3.6)$, NOPEUSTULO < $(2 / 3.6)$ tai NOPEUSTULO > $(40 / 3.6)$, toisistaan erillisinä hakuina. Päivitetään kunkin haun jälkeen NOPEUSMENO- tai NOPEUSTULO-sarake siten, että Field Calculatorissa kaavana on haussa käytetty kaava, mutta erisuuruusmerkin tilalla yhtäsuuruusmerkki. Esimerkiksi pätkille, joilla NOPEUSMENO < $(2 / 3.6)$, lasketaan NOPEUSMENO = $(2 / 3.6)$. Näin saadaan verkon minimi- ja maksimijonopeudet huomioon otettua.

18. Nyt voidaan laskea matka-ajat kullekin pätkälle Field Calculatorilla: MENOAIKA = TOSIPITUUS / NOPEUSMENO ja TULOAIKA = TOSIPITUUS / NOPEUSTULO.

19. Käytetään pätkityn liikenneverkon tietokannalle toimintoa Geoprocessing → Dissolve. Dissolve Field -kohtaan valitaan FID_APU ja Statistics Field(s) -kohtaan valitaan TOSIPITUUS, MENOAIKA ja TULOAIKA, joiden kaikkien Statistic Type on SUM.

20. Voidaan tehdä alkuperäiselle liikenneverkkotietokannalle Join edellisessä vaiheessa luodun Dissolve-tietokannan kanssa käyttäen Join-muuttujana FID_APU-saraketta, ja laskea Field Calculatorilla alkuperäiselle kannalle TOSIPITUUS-, MENOAIKA- ja TULOAIKA-arvot Dissolve-tietokannan arvojen pohjalta.

21. Nyt voidaan luoda ArcMapissa reitittävä aineisto (vaatii Network Analyst -työkalun). Oheinen ohje on tiivistetty – monipuolisempaa ohjeistusta, jolla reititysaineiston voi luoda muita käyttötarkoituksia varten, on esimerkiksi Antikaisen *et al.* (2015, s. 8–30) oppimateriaalissa.

- a. Etsitään Catalog-valikossa se kansio, jossa reitittäväksi tarkoitettu liikenneverkkotiedosto (.shp) on.
 - b. Klikataan liikenneverkkotiedostoa hiiren oikealla painikkeella, valitaan New Network Dataset.
 - c. Ensimmäisissä kahdessa ikkunassa voidaan klikata suoraan Next-painiketta.
 - d. Kolmannessa eli Connectivity-ikkunassa klikataan ensin Connectivity-painiketta ja vaihdetaan Connectivity Policy -kohtaan asetus Any Vertex. Tämän jälkeen voidaan klikata Next-painiketta.
 - e. Neljännen ikkunan oletusasetus on ok.
 - f. Viidennessä ikkunassa määritetään reititykseen vaikuttavat muuttujat. Oletuksena ainoa muuttuja on Length (Meters). Klikataan Add-painiketta ja lisätään uusi muuttuja Time. Muut asetukset käyvät sellaisinaan.
 - g. Pääikkunassa pidetään Time-muuttujan rivi valittuna ja klikataan Evaluators-painiketta. Avautuu Source Values -valikko, jossa on kaksi riviä. Nyt voidaan asettaa Type-sarakkeeseen molempien rivien arvoksi Field. Value-sarakkeen arvot asetetaan siten, että rivillä, jonka Direction-sarakkeen arvo on From-To, Value on MENOAIKA ja rivillä, jonka Direction-sarakkeen arvo on To-From, Value on TULOAIKA.
 - h. Kuudennessa ikkunassa voidaan klikata Directions-painiketta ja vaihtaa Street Name Fields -valikossa Name-sarakkeen arvoksi nimi_suomi.
 - i. Tämän jälkeen voidaan viimeistellä uusi reitittävä liikenneverkko.
22. Network Datasetille pitää vielä suorittaa Build-toiminto, jotta verkosta saadaan toimintakuntoinen. Tätä kysytään oletuksena uuden reitittävän aineiston luonnin loputtua.
23. Tarkistetaan, onko alkuperäisellä liikenneverkkotietokannalla spatiaalista indeksä ja lisätään se tarvittaessa. Tarkistus tehdään klikkaamalla Catalogissa liikenneverkkotietokantaa hiiren oikealla painikkeella, valitsemalla Properties ja edelleen Indexes, ja kohdassa Spatial Index klikataan tarvittaessa Add tai Update.
24. Voidaan siirtyä varsinaisen reitityksen pariin. Ohjeet siihen on esitetty liitteessä B.

Vaihtoehtoisesti vaiheet 11–20 voidaan suorittaa MapInfo-ohjelmistolla seuraavasti:

- a) Tuodaan sekä pätkimätön että pätkitty liikenneverkko sekä pätkien alku- ja loppupisteet MapInfoon Universal Translatoria käyttäen.
- b) Korjataan väyläpätkätietokannan rakenne tietotyyppien osalta takaisin kohdan 9 mukaiseksi eli FID_APU on kokonaisluku ja TOSIPITUUS, ... , TULOAIKA float-tyyppejä.
- c) Selvitetään kunkin väyläpätkän alku- ja loppupisteen välinen korkeusero MapInfoon SQL-kyselyllä:

```
Select:      Alkupisteet.ORIG_FID,
              Loppupisteet.POINT_Z – Alkupisteet.POINT_Z
              (ts. valitaan 2 asiaa, joista toinen on vähennyslasku loppupisteen ja
              alkupisteen Z-koordinaattien välillä)
From:        Alkupisteet, Loppupisteet
Where:       Alkupisteet.ORIG_FID = Loppupisteet.ORIG_FID
Into:        Z_erot
```

- d) Päivitetään pätkittyjen väylien korkeusero Update Column -toiminnolla:

```
Table to Update: Patkitty_liikenneverkko
Column to Update: Korkeusero
Value from Table: Z_erot
Join:         where FID_APU from Patkitty_liikenneverkko
              matches ORIG_FID from Z_erot
Calculate:    Value of POINT_Z-POINT_Z
```

- e) Update Columnilla väylien tosipituudet: CartesianObjectLen(obj, ”m”)
- f) Update Columnilla kaltevuudet: $100 * (KORKEUSERO / TOSIPITUUS)$
- g) Update Column:
Nopeudet:
kun kaltevuus > 0,
 $MENONOEUS = (17.75 - 1.96 * KALTEVUUS) / 3.6$ ja
 $TULONOEUS = (17.75 + 1.48 * KALTEVUUS) / 3.6$ [m/s]
kun kaltevuus < 0,
 $MENONOEUS = (17.75 - 1.48 * KALTEVUUS) / 3.6$ ja
 $TULONOEUS = (17.75 + 1.96 * KALTEVUUS) / 3.6$ [m/s] ja
kun kaltevuus = 0, molemmat nopeudet ovat 17.75/3.6 [m/s]

Minimivauhti on kuitenkin 2 km/h ja maksimivauhti vastaavasti 40 km/h.
Minimi- ja maksimivauhdit tulee muistaa päivittää aina tarpeen mukaan.

h) Update Column:

$$\text{MENOAIKA} = \text{TOSIPITUUS} / \text{MENONOEUS}$$

$$\text{TULOAIKA} = \text{TOSIPITUUS} / \text{TULONOEUS}$$

i) Päivitetään kokonaisten väyläosien ajoajat Update Column -toiminnolla:

Table to Update: Patkimaton_liikenneverkko

Column to Update: MENOAIKA

Value from Table: Patkitty_liikenneverkko

Join: where GID from Patkimaton_liikenneverkko
matches GID from Patkitty_liikenneverkko

Calculate: Sum of MENOAIKA

Tehdään vastaavasti tuloajoille.

j) Universal Translatorilla voidaan kääntää väyläpatkätietokanta tab-muodosta takaisin shp:ksi.

LIITE B: TYÖMATKOJEN REITITYS ARCMAPISSA

Käytettäessä YKR-työmatka-aineistoa reitityksessä työvaiheet ovat seuraavat:

1. YKR-aineisto on kuvattu pisteaineistona, jossa pisteet kuvaavat työmatkojen alkupisteitä. Mikäli näin ei ole, suoritetaan vaiheet 2–4 sekä työmatkojen alku-, että päätepisteille.
2. Viedään YKR-aineisto tekstitiedostoksi: valitaan Attribute Table -näkyvässä kaikki rivit ja sen jälkeen käytetään Export-toimintoa.
3. Lisätään edellä viety tekstitiedosto ArcMapiin. Tiedosto näkyy Table of Contents -valikossa; klikataan sitä hiiren oikealla painikkeella ja valitaan Display XY Data. Kohtaan "X Field" valitaan lähteeksi "tx" ja kohtaan "Y Field" valitaan "ty". Mikäli on muodostettava myös matkojen alkupisteet, toistetaan tämä vaihe käyttäen koordinaattilähteinä sarakkeita "ax" ja "ay". Koordinaattijärjestelmän on oltava YKR-aineiston mukainen eli ETRS-TM35FIN.
4. On saatu muodostettua YKR-aineiston työmatkojen päätepisteitä vastaavat pisteet. Viedään nämä shp-tiedostoksi Table of Contents -valikon Export-toiminnolla.
5. Luodaan työmatkojen alku- ja päätepistetietokantoihin uusi tekstimuotoinen (string) sarake "FID_APUSTR". Tallennetaan näihin arvot sarakkeesta FID.
6. YKR-aineistosta voidaan suoraan rajata pois ne työmatkat, joiden linnuntiepituus on yli 10 km (tietokannassa "matka" > 10000).
7. Valitaan Network Analyst -työkalussa toiminto New Route.
8. Network Analystiin ladataan Stops-kohtaan Load Locations -toiminnolla ensiksi alkupisteet. Name- ja RouteName-sarakkeisiin tallennettavaksi valitaan tieto "FID_APUSTR", jotta kutakin työmatkan alkupistettä vastaisi yksi reitti. Location Position -kohdan Use Geometry -asetukseen voi säätää tarkasteluetaisyysdeksi 250 metriä. Huomaa, että reititykseen käytettävällä liikenneverkolla (shp-tiedostolla, ei Network Datasetilla) on tarpeen olla spatiaalinen indeksi, muutoin reitityspisteiden lataaminen on huomattavan hidasta. Mikäli lataus on onnistunut, näkyvät kaikki työmatkojen alkupisteet lopussa ruudulla ympyröinä, joiden sisällä on numero 1.
9. Ladataan edellisen kohdan mukaisesti myös työmatkojen päätepisteet. "FID_APUSTR":n tallentaminen Name- ja RouteName-sarakkeisiin on tärkeää,

jotta saataisiin yhdistettyä työmatkan alkupiste oikeaan päätepisteeseen. Latauksen onnistuessa työmatkojen päätepisteiden pitäisi näkyä lopussa ruudulla ympyröinä, joiden sisällä on numero 2.

10. Network Analystin Route-tarkastelun Layer Properties -valikossa tarkistetaan seuraavat asiat:
 - a. Analysis Settings -välilehdellä, että tarkastelut tehdään Impedance = Time -asetuksella.
 - b. Accumulation -välilehdellä, että sekä Time-, että Length-attribuutit on merkitty.
11. Voidaan tehdä reititys koti → työpaikka-suunnassa.
12. Viedään saadut reitit shp-tiedostoksi.
13. Kun reititys on tehty koti → työpaikka -suunnassa, tulee tehdä reititys myös työpaikka → koti -suunnassa vaiheiden 7–11 ohjeiden mukaisesti.
14. On saatu kaksi reittitietokantaa. Toisessa on reitit kotoa työpaikalle ja toisessa työpaikalta kotiin. Lisätään molempiin sarakkeet Matka_lkm ja Aika_Sum, joista ensimmäinen sisältää kokonaislukuja (Long integer) ja jälkimmäinen desimaalilukuja (Float). Reittien pituudet ja matka-ajat ovat jo reittitietokannoissa sarakkeissa Total_Time ja Total_Leng(th)
15. Tehdään kummallekin reittitietokannalle Join työmatkojen alkupistetyökantaan (reittien Name vastaa alkupisteiden FID_APUSTR:iä). Sarakkeeseen Matka_lkm lasketaan Field Calculatorilla reittiä kulkevien matkojen lukumäärä alkupistekannan sarakkeesta Yht. Lopuksi puretaan Join.
16. Tämän jälkeen voidaan Join-toiminnoilla yhdistää eri suuntiin tehdyt reititykset siten, että Name on tietokannat yhdistävä muuttuja. Joinin jälkeen voidaan Field Calculatorilla laskea Aika_Sum siten, että se on meno- ja paluumatkojen keston summa.
17. Nyt pitäisi olla meno- ja paluumatkojen tietokannat, joissa molemmissa on jokaisella reitillä tehtävien matkojen lukumäärät sekä meno-paluumatkaparien ajallinen yhteiskesto.
18. Luodaan molempiin tietokantoihin sarakkeet 0_1014, 1014_2028 ja 0_2028.

19. Voidaan hakea Select by Attributes -toiminnolla meno- ja paluumatkatietokannoista ne matkat, joiden yhteenlaskettu kesto on alle 2028,2 sekuntia (vrt. 10 km) tai yli 2028,2, mutta alle 4056,4 sekuntia (vrt. 20 km). Tällöin yhdensuuntainen matka kestää enintään keskimäärin 1014,1 s (vrt. 5 km) tai 2028,2 s (vrt. 10 km). Voidaan tallentaa Matka_lkm:n arvot vaiheessa 18 luotuihin vastaaviin sarakkeisiin, esim. keskimäärin alle 5 km suuntaansa pituisten matkojen lukumäärät sarakkeeseen 0_1014.
20. Tallennetaan nämä 2 tietokantaa uudestaan uusille nimille. Näistä uusista tietokannoista voidaan karsia pois käytännössä kaikki muut sarakkeet paitsi Matka_lkm:n, 0_1014:n, 1014_2028:n ja 0_2028:n.
21. Tehdään *Join data from another layer based on spatial location* 50x50m ruudukkoaineistolle. Joinattavana SUM edellisessä vaiheessa saaduista kahdesta tiivistetystä reittitietokannasta. Joinin voi tehdä yhdelle reittitietokannalle kerrallaan.
22. Joinien laskemisessa voi mennä aikaa...
23. Lopulta saadaan 50x50m ruudukko, jossa on sarakkeet alle 1014,1 sekunnin, 1014,1-2028,2 sekunnin sekä alle 2028,2 sekunnin meno- ja tulomatkojen lukumäärien summasta.
24. Saatua ruudukkoaineistoa voidaan käyttää reititustulosten havainnollistamiseen, kuten tämän työn luvussa 6 on tehty.

LIITE C: REITITYSTULOSTEN ESITTÄMINEN RUUTUAINEISTOSSA

1. Ruudukko luodaan valitsemalla Create Fishnet -toiminto (ArcToolbox: Data Management Tools → Feature Class → Create Fishnet).
2. Template Extent -kohtaan lisätään liikenneverkkoa esittävä taso, asetetaan Cell Size Width ja Height -kohtiin arvoksi 50 (metriä) ja Geometry Type -kohdassa valitaan POLYGON.
3. Ruudukko on luotu. Ruutukohtainen pyöräilypotentialiaali saadaan laskettua liitteessä B esitetyllä tavalla.
4. Ruudukosta voi olla tarkoituksenmukaista poistaa sellaiset ruudut, joiden läpi ei kulje mitään väylää. Tämä tehdään ArcMapissa valitsemalla Selection → Select By Location → Target Layer -kohtaan valitaan ruudukko ja Source Layer -kohtaan liikenneverkko. Spatial selection saa olla *intersect the source layer feature*. Kun väyliä sisältävät ruudut on valittu, ne voidaan viedä omaksi .shp-tiedostokseen Attribute Table -valikon kautta.
5. Huomioi, että mikäli lisäät liikenneverkkoon uusia väyliä, on todennäköisesti tarpeen lisätä myös ruudukkoon uusia ruutuja. Tämän voi tehdä toistamalla vaiheen 4 uudestaan tai valitsemalla ja kopioimalla käsin ne ruudut, joiden kautta uudet väylät kulkevat.
6. Kun ruutuaineistoa halutaan käyttää pyöräilypotentialin graafiseen havainnollistamiseen, klikataan Table of Contents -valikossa ruutuaineistoa hiiren oikeanpuoleisella painikkeella ja valitaan Layer Properties. Siellä valitaan edelleen välilehti Symbology. Valinnalla Show → Quantities → Graduated Colors saadaan havainnollistettua matkamäärien keskinäisiä eroja. Luokittelua voi muuttaa Classify-painikkeesta aukeavasta valikosta. Mikäli tarkasteltavia ruutuja on yli 10000, tulee Classification-ikkunassa klikata myös Sampling-painiketta ja suurentaa tarkasteltavien ruutujen maksimimäärää esim. miljoonaan.

LIITE D: MAASTOTIETOKANNAN NYKYVERKKOON TEHDYT VÄYLIEN POISTOT JA LISÄYKSET

Maanmittauslaitoksen maastotietokannan väylistä poistettiin jo nykyverkon reititystarkasteluja ennen moottoritiet ja moottoriliikennetiet sekä valtatie 12 osuus Vaitinaron liittymästä Rantatunnelin kautta Teiskontien liittymään. Käytännön syistä väylätietokannasta poistettiin pääosin myös muut valtatie ja kantatiet, sillä tietokannassa ei ole eritelty moottoriliikenneteitä tavallisista valtateista tai kantateista – näiden kaikkien kohdeluokka on 12112. Poistot oli tarpeen tehdä, jotta voitiin varmistaa, että reititysten alku- ja loppupisteet eivät sijoittuisi sellaisille väylille, joita pyöräilijät eivät tosiasiaassa saisi käyttää liikkumiseensa, esimerkiksi juuri Rantatunneliin.

Valta- ja kantateiden poistosta johtuen tehty reititysmalli ei mahdollista pyöräilyä valta- tai kantateilla niissäkään tilanteissa, joissa pientareella pyöräily olisi todellisuudessa mahdollista. Käytännössä tämä vaikuttaa kuitenkin lähinnä niihin matkoihin, joiden toinen päätepiste on joko Tarastenjärvellä tai Kangasalan Ruutanassa, sillä muilla suunnilla valtatie tai kantatien varrella on erillinen pyöräilyväylä tai vaihtoehtoisesti etäisyys Tampereelle on niin pitkä, että alle 10 kilometrin työmatkojen määrä Tampereelle on kokonaisuuden kannalta hyvin vähämerkityksinen.

Nykyverkon muutokset tehtiin seuraavassa järjestyksessä:

Tietokantaan tehdyt muutokset:

- Tieosuuksien, joiden *gid* = 63367424, 1648664900, 63367442, 62309279, 63367466 tai 63367460 *nimi_suomi*-arvoksi tulee vaihtaa ”Teiskontie + jkpp”.
- Tieosuuksien, joiden *gid* = 62028144, 1068013916, 62028138 tai 874050869 *nimi_suomi*-arvoksi tulee vaihtaa ”Vaitinaronkatu”.
- Tieosuuksien, joiden *gid* = 937580631 tai 1227239651 *nimi_suomi*-arvoksi tulee vaihtaa ”Paasikivenkatu”.

Tietokannasta poistetut väylät:

ArcMapissa ”Select by attributes” -valikossa SQL-kysely on muotoa:

```
("kohdeluokk"=12111 OR "hallinnoll"=1 AND ("tiennumero"<100 OR ("tiennumero">20000 AND "nimi_suomi" = ''))) AND NOT "nimi_suomi" IN ('Kekkosenkatu', 'Paasikivenkatu', 'Vaitinaronkatu', 'Teiskontie + jkpp')
```

Kyselyn ehdot⁵³ täyttävät väylät poistettiin.

⁵³ ”nimi_suomi” = ” -kohdassa yhtäsuuruusmerkin oikealla puolella on kaksi heittomerkkiä (').

Tietokantaan lisätyt väylät:

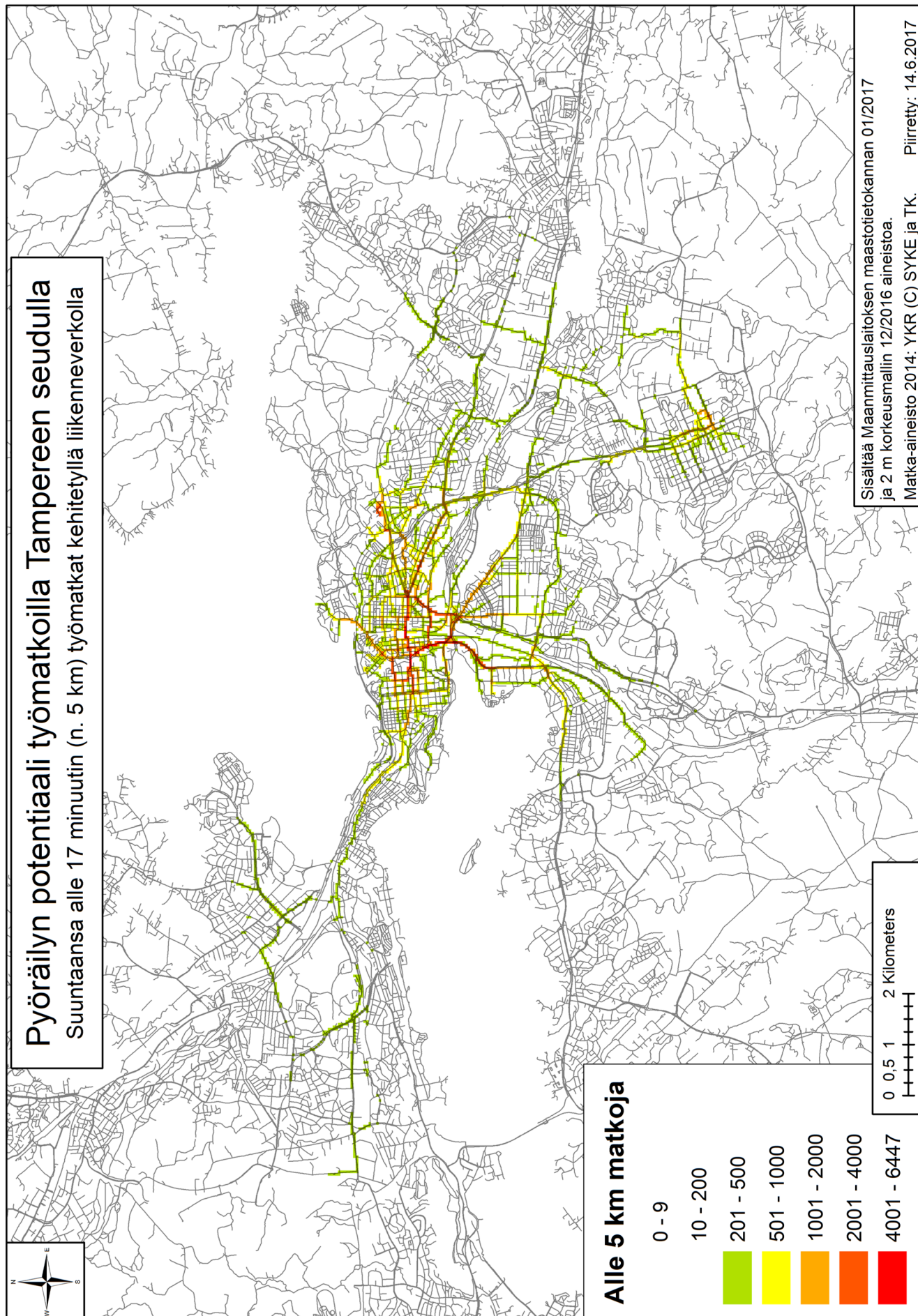
Väylien gid = "62362277" itäpään ja gid = "1040910399" länsipään välille piirrettiin maastotietokannasta puuttunut pyöräily-yhteys. Väylän pituudeksi mitattiin 223,0781 metriä ja kaltevuudeksi laskettiin 4,5092 %, jolloin ajoaika länteen on Kauppisen mallissa noin 32,8813 sekuntia ja itään noin 90,1126 sekuntia.

Lähde: Tampereen kaupunki 2017d

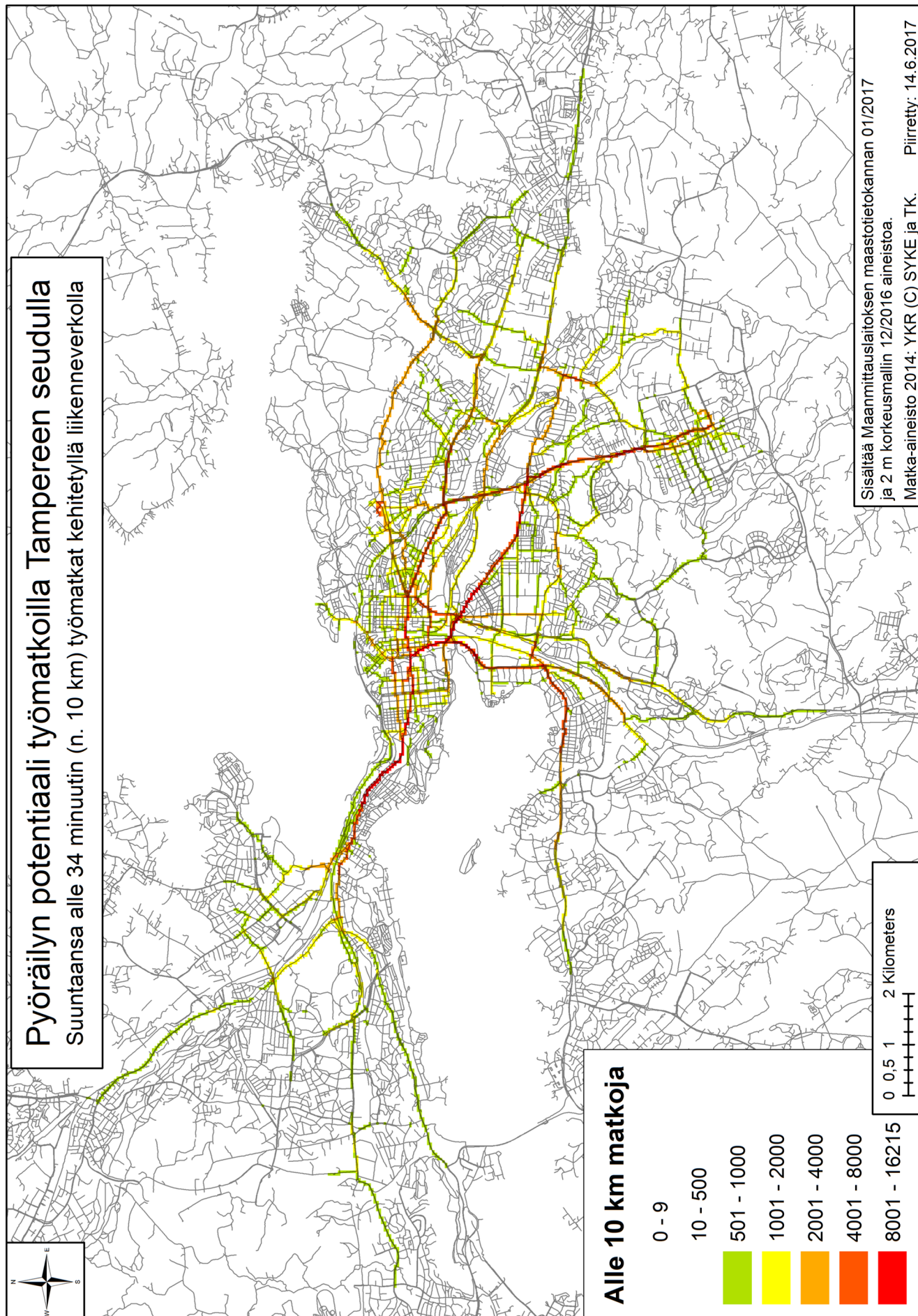

TAMPEREEN KAUPUNKI
 YLEISKAARVOITUS

Ehdotus 1.2.2017,
 tarkistettu 12.4.2017

LIITE F: TYÖMATKAPYÖRÄILYN POTENTIAALI TAMPEREELLA ALLE 5 KM MATKOILLA KEHITETTYLLÄ VERKOLLA



LIITE G: TYÖMATKAPYÖRÄILYN POTENTIAALI TAMPEREELLA ALLE 10 KM MATKOILLA KEHITETYLLÄ VERKOLLA



LIITE H: EHDOTUS PYÖRÄILYN RUNKOREITISTÖKSI TAMPEREELLA

